Série 1. FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON N° 780

(8

LA MORT ET LES ACCIDENTS
CAUSÉS
PAR LES COURANTS ÉLECTRIQUES
DE HAUTE TENSION

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Et soutenue publiquement le Mercredi 28 décembre 1892

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

Francis BIRAUD

Né le 25 juin 1868, à Poitiers (Vienne)

Élève à l'École du Service de Santé Militaire.

ROYAL COLLEGE OF SURGEONS OF ENGLAND
22 JAN 96
LIBRARY

LYON
IMPRIMERIE DE A. STORCK
78, Rue de l'Hôtel-de-Ville, 78

1892

PERSONNEL DE LA FACULTÉ

MM. LORTET . . . . . Doyen
GAYET. . . . . Assesseur

Professeurs honoraires

MM. DESGRANGES, PAULET, BOUCHACOURT, CHAUVEAU, GLÉNARD

Professeurs

Cliniques médicales	MM. LÉPINE. BONDET.
Cliniques chirurgicales	OLLIER. PONCET.
Clinique obstétricale et Accouchements	FOCHIER.
Clinique ophthalmologique	GAYET.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GAILLETON.
Clinique des maladies mentales	PIERRET.
Physique médicale	MONOYER.
Chimie médicale et pharmaceutique	HUGOUNENQ.
Chimie organique et Toxicologie	CAZENEUVE.
Matière médicale et Botanique	FLORENCE.
Zoologie et Anatomie comparée	LORTET.
Anatomie	TESTUT.
Anatomie générale et Histologie	RENAUT.
Physiologie	MORAT.
Pathologie interne	J. TEISSIER.
Pathologie externe	BERNE.
Pathologie et Thérapeutique générales	MAYET.
Anatomie pathologique	TRIPIER (Raymond)
Médecine opératoire	X...
Médecine expérimentale et comparée	ARLOING.
Médecine légale	LACASSAGNE.
Hygiène	ROLLET
Thérapeutique	SOULIER.
Pharmacie	CROLAS.

Professeur adjoint

Clinique des Maladies des Femmes . . . . . LAROYENNE

Chargés de cours complémentaires

Clinique des Maladies des Enfants	MM. PERRET, agrégé.
Accouchements	POLLOSSON, —
Botanique	BEAUVISAGE. —

Agrégés

MM. AUGAGNEUR	MM. DIDELOT	MM. POLLOSSON	MM. VIALLETON
BEAUVISAGE	GANGOLPHE	ROCHET	WEILL
CONDAMIN	JABOULAY	RODET	BOUVEAULT, chargé des fonctions d'agrégé
COURMONT	LANNOIS	ROLLET (Et.)	
DEROIDE	LINOSSIER	ROQUE	
DEVIC	PERRET	ROUX	

M. ETIEVANT, Secrétaire.

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

M. LACASSAGNE, *Président*; M. LEPINE, *Assesseur*; MM. DIDELOT et WEILL, *Agrégés*.

La Faculté de Médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les Dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A MON PÈRE, A MA MÈRE

A MON FRÈRE

A MES TANTES

Je dédie ce travail
Francis BIRAUD

C'est pour nous une bien agréable tâche que d'avoir, dès la première de ces pages, à remercier le professeur Lacassagne, et pour l'accueil qu'il a fait de prime abord à l'idée conçue par nous il y a près d'un an d'une « Etude sur la mort et les accidents causés par les courants électriques de haute tension », *et pour l'intérêt qu'il a porté à ce travail dont, par sa bienveillance, il a rendu possible l'éclosion.*

Il a tout de suite compris que l'étude de l'Electricité ne doit point être réservée aux seuls Electriciens et qu'il est du devoir du médecin légiste d'en expérimenter les Effets physiologiques, de se rendre un compte exact des dangers que crée son emploi de plus en plus fréquent, de chercher enfin si, pour les condamnés à mort, il ne serait pas humain de la substituer à la guillotine.

C'est à la résolution de ces quelques problèmes que nous nous sommes attaché. Elle nécessitait de nombreux matériaux, nous ne pouvons dire au professeur Lacassagne la reconnaissance que nous lui gardons pour tous les documents qu'il a mis à notre disposition dans son Laboratoire et pour ceux, que grâce à lui, nous avons pu nous procurer.

Nous remercions bien vivement M. l'Ingénieur des mines Marchegay dont l'expérience approfondie et la haute compétence ont été pour nous la source de conseils précieux et toujours bienveillants.

Notre collègue et ami le Dr Mélot a mis à notre disposition son fin crayon d'artiste nous lui exprimons notre vive gratitude.

SURGEONS OF ENGLAND
22 JAN 96

INTRODUCTION

En publiant ce travail où le lecteur trouvera rapportés de nombreux récits de morts accidentelles dues aux courants électriques, notre but n'est pas d'entraver le développement des applications multiples de l'électricité. Nous pensons au contraire, avec les hygiénistes les plus autorisés, que la santé et le bien-être n'ont qu'à gagner à la multiplication des installations d'éclairage électrique, à la distribution de l'énergie à domicile. surtout dans les cités ouvrières où elle se substituera avantageusement à la force de l'homme, et enfin à la traction électrique sur voies ferrées; en mettant tout d'abord le lecteur en garde contre cette pensée, que tout courant électrique est dangereux, nous croyons avoir le droit de montrer comment des installations défectueuses ou trop sommaires, des distributions mal réglées, mal surveillées l'absence de précautions élémentaires peuvent être la source d'accidents plus ou moins graves dont l'étude constituera un chapitre nouveau de Pathologie.

En France, plus lentement qu'à l'étranger cependant, la science électrique tend à prendre un puissant développement. On voit se multiplier les applications de l'élec-

tricité aux besoins de la vie journalière ou de l'industrie et le nombre des villes ou villages éclairés électriquement devient de jour en jour plus considérable. L'emploi des hautes tensions a pris naissance avec les premières tentatives de transport de l'énergie à grande distance (expériences de Marcel Deprez, Creil et Grenoble) ; au point de vue économique, les hautes tensions se sont imposées pour la distribution sur une grande surface des courants engendrés dans les stations centrales. L'invention du transformateur (Gaulard et Gibs) vint aider à la diffusion de ce système et le rendit pour ainsi dire populaire, et depuis plusieurs années le système de distribution par courants alternatifs et transformateurs donne lieu à des applications répétées.

En France les accidents ont été relativement rares, mais leur nombre est cependant plus considérable que le public ne pourrait l'imaginer ; seuls les cas mortels sont communiqués à la presse : les autres lui échappent. Qu'un ouvrier, dans une station électrique, vienne par contact accidentel avec un conducteur à haute tension à être foudroyé, et que, grâce aux soins qui lui sont aussitôt donnés, il échappe aux conséquences fatales de cet accident, les Compagnies d'électricité cachent soigneusement le fait, pour ne pas effrayer leur clientèle. Cependant le consommateur ne court, le plus souvent, aucun danger, car, dans le système à courants alternatifs de haute tension, de 2500 volts, par exemple, le courant circule seulement dans les conducteurs principaux et la tension est abaissée par le transformateur à l'intérieur des habitations à 50 ou 100 volts, c'est-à-dire à une limite tout à fait inoffensive.

Aux Etats-Unis, où les installations électriques ont pris, depuis quinze ans, un développement hors de pair, les accidents se sont tellement multipliés que l'opinion publique s'est émue de cette situation. Edison, dans un article très remarqué : *The dangers of electric Lighting* s'est fait dans la *North American Review* (1), l'écho des plaintes de la population de New-York, particulièrement frappée : le grand électricien s'y montre l'adversaire absolu des courants alternatifs de haute tension, il cherche à démontrer que les conducteurs servant de passage à de tels courants constituent un danger non seulement par eux-mêmes, mais par les contacts accidentels qu'ils peuvent prendre avec les fils téléphoniques ou télégraphiques voisins, qu'aucun isolant n'est capable d'empêcher avec ces conducteurs les pertes dangereuses, et qu'enfin la seule raison économique explique l'emploi de ce système.

« Par exemple, dit Edison, dans une installation d'éclairage électrique on a l'habitude de placer 40 lampes sur chaque circuit : chaque lampe demande une pression de 50 volts, d'où une pression totale de 2000 volts dans le circuit. Maintenant, si au lieu d'employer un seul fil pour toutes ces lampes, on établit quatre circuits de 10 lampes chacun, la pression sur chaque fil sera seulement de 500 volts. Le poids de cuivre nécessaire pour ces quatre circuits de 10 lampes chacun sera deux fois et demi plus fort que pour un circuit unique de 40 lampes. Donc simple question de dépense ».

Mais si Edison se défend d'être un alarmiste comme

(1) *North American Review*, novembre 1889.

il le fait dans cet article, ne pourrait-on le soupçonner d'avoir plaidé pro domo suâ. Que l'on veuille bien ne pas oublier que Thomas Edison a parlé comme président de la Société d'Eclairage Electrique *Edison Illuminating C°*, que cette Société exploite ses brevets d'Eclairage par courants continus à basse tension, et l'on croira sans peine que le grand électricien était moins autorisé qu'on n'aurait pu l'imaginer à tenir un pareil langage. Contre de tels arguments M. George Westinghouse (1) eut beau jeu pour défendre la cause des courants alternatifs à haute tension.

L'émotion n'était pas calmée en Amérique, bien au contraire. En présence de la lutte très chaude que se faisaient les partisans des différents systèmes, en présence aussi des accidents persistants et dans l'embarras des mesures à prendre, le Sénat de l'Etat de New-York nomma une Commission spéciale chargée d'étudier cette question et de fournir un rapport sur les réglements à adopter (22 janvier 1890).

Nous avons pu, grâce à l'obligeance de M. Ed. Brunaert, consul général de France à Chicago, prendre communication des procès-verbaux sténographiés et des documents recueillis par cette Commission (2) au cours d'une enquête des plus sérieuses et des plus complètes. Les directeurs de Sociétés d'éclairage électrique, leurs ingénieurs, les électriciens les plus compétents, les médecins qui avaient été appelés à donner leurs soins aux victimes des accidents électriques, les agents des Com-

(1) A reply to Mr. Edison, *North American Review*, décembre 1889

(2) Report of Senate Commitee on General Laws as to Electricity and Electric Lighting, Albany, 1890.

pagnies d'assurance, les constructeurs de câbles et de machines électriques, tous furent minutieusement interrogés sur les accidents dont ils avaient eu connaissance. les circonstances dans lesquelles ils s'étaient produits, les moyens qu'ils croyaient bons pour les prévenir. La Commission sénatoriale alla même plus loin : elle envoya par voie diplomatique un questionnaire comprenant dix questions aux électriciens les plus compétents de la Grande-Bretagne et recueillit ainsi les consultations d'autorités telles que sir William Thompson, le professeur Forbes, le Dr Hopkinson, W. H. Preece et E. Fesquet.

Nous donnerons dans cette Etude le résultat des importants travaux de cette Commission, mais nous aurions considéré notre œuvre comme trop imparfaite si nous n'avions réuni pour la France des éléments analogues. Nous ne disposions pas naturellement de moyens d'information aussi puissants que ceux qu'ont employé les Sénateurs de l'Etat de New-York, mais nous nous félicitons de l'aide bienveillante qu' a bien voulu nous fournir la Presse scientifique en publiant un appel à ses lecteurs les priant de vouloir bien nous faire connaître tous les accidents causés par l'électricité industrielle dont ils pourraient avoir connaissance. — Un questionnaire renfermant tous les éléments de notre enquête fut adressé par nous à toutes les Stations centrales d'électricité de France et dans les principales villes de l'Europe. Notre gratitude est acquise aux ingénieurs et à toutes les personnes qui ont bien voulu apporter à notre enquête le fruit de leur expérience et de leur pratique. Nous les en remercions bien sincèrement. Que les rédacteurs du *Figaro*,

des *Archives d'Anthropologie criminelle et de médecine légale*, de la *Revue Scientifique*, du *Génie civil*, de la *Nature*, de la *Lumière Electrique*, de l'*Industrie Electrique*, de l'*Electrical World* de New-York, qui ont donné dans leurs colonnes la plus large hospitalité à notre questionnaire, veuillent bien agréer en même temps l'expression de notre vive gratitude.

Voici les renseignements que nous demandions et que renfermait notre questionnaire intitulé :

Recherches statistiques sur les accidents produits par les courants électriques de haute tension.

I

Y a-t-il eu dans l'usine un membre du personnel victime d'accident par contact avec un conducteur ?

Cet accident a-t-il été mortel sur le coup, ou n'a-t-il eu que des conséquences légères ? Quelles ont été ces conséquences ?

Dans quelles circonstances l'accident a-t-il eu lieu ? Quel point du corps s'est trouvé en contact avec le fil ? Les deux mains ont-elles touché deux conducteurs à des potentiels différents, ou bien la décharge a-t-elle eu

Figaro, 16 juin 1892. — *Une enquête fin de siècle.* — E. Gautier.
Figaro, 22 juin 1892. — *Le Volcan.* — E. Gautier.
Electrical World, 23 juillet. — *Statistic concerning accidents to human beings from high tension electric currents.*
Industrie Electrique, 10 juin 1892.
Revue Scientifique, 4 juin 1892.
La Nature, 11 juin 1892.
Lumière Electrique, 25 juillet 1892.
Bulletin de la Société Internationale des Electriciens, juillet 1892.

lieu à travers le corps des mains au sol, les pieds de la victime reposant sur un sol humide ?

Quelle était la tension sur le conducteur au point touché ?

La victime a-t-elle poussé un cri ? Est-elle tombée ou bien n'a-t-elle pu lâcher prise ? A-t-elle perdu connaisnaissance ?

Impressions au moment de la décharge ? Eclair devant les yeux ? Bourdonnements d'oreilles ? Sensations de piqûres d'aiguille à travers le corps ?

Quels ont été les soins donnés ? Un médecin a-t-il été appelé ?

Quelles ont été les suites de l'accident ? Brûlures ? Les décrire. — Leur siège ? La victime a-t-elle été brûlée sur des points autres que les points de contact ?

L'évanouissement a-t-il été de longue durée ? Postérieurement, la victime a-t-elle pu marcher ? A-t-elle éprouvé de la gène dans certains mouvements ? De la difficulté pour respirer ? De la courbature ? Des douleurs dans les muscles ? Du mal de tête ? Des vertiges ? Des nausées ?

Ces troubles ont-ils persisté longtemps et nécessité un séjour au lit ? Y a-t-il eu diminution de la force musculaire ? En est-il résulté pour la victime un état de faiblesse caractérisé par la perte du sommeil, des forces, de l'appétit avec susceptibilité nerveuse et sensibilité exagérée ?

Y a-t-il eu après l'accident chez la victime d'autres particularités imputables à l'électricité ? Troubles de la vue, de l'ouïe, de la sensibilité ? etc.

II

Au moment de l'accident, quel était le potentiel du conducteur touché ?

Quelle était l'intensité du courant ?

Ce courant est-il continu ou alternatif ? Dans ce dernier cas, quel est le nombre des alternances par seconde à la vitesse ordinaire de la dynamo ?

Le conducteur, cause de l'accident, était-il nu ou avait-il perdu son isolant ?

Le courant, cause de l'accident, est-il le courant direct de la dynamo ou bien provient-il d'un transformateur ?

***

Sans être aussi complète que celle du Sénat américain, notre enquête nous a fourni d'utiles renseignements et nous a fait connaître plusieurs faits intéressants que nous tâcherons de mettre en lumière au cours de cette étude ; il nous reste à indiquer quel sens nous comptons lui donner, dans quelles limites nous croyons devoir nous renfermer et la division que nous avons adoptée.

Quand un homme est traversé par un courant puissant, tel qu'en produit actuellement l'industrie, que ce courant soit continu ou alternatif, si la tension et l'intensité sont suffisamment élevées, il éprouve une commotion plus ou moins forte qui s'accompagne suivant le cas d'une vive douleur, de perte de connaissance parfois et qui peut être suivie de mort. Cet accident peut se

produire, soit dans les stations centrales d'électricité et laboratoires d'études, soit dans les rues des villes parcourues par les conducteurs, soit à l'intérieur des habitations où ils pénètrent.

Que l'accident soit mortel ou non, l'étude du fait en lui-même relève directement de la physiologie. Quel est le facteur qui tue ou qui produit chez la victime ce *schock* que nos observations mettent en lumière, est-ce le potentiel, est-ce la quantité d'électricité, ou, en d'autres termes, la tension ou l'intensité du courant ? Ce sont des physiologistes comme d'Arsonval et Weiss en France, qui ont déjà discuté ce point important. C'est au physiologiste qu'il appartient de trancher cette question. Au physiologiste, de scruter si la mort se produit par inhibition du cœur ou de la respiration, ou par altération des éléments cellulaires du sang, comme le veulent des hypothèses différentes, si la perte de connaissance est instantanée, et si certains mouvements observés après le schock sont des phénomènes réflexes.

L'étude des symptômes que présente la victime dans un accident non mortel, doit former un ensemble qui relève de la clinique. Il existe en effet une pathologie des accidents électriques, comme il existe une pathologie des accidents de chemin de fer ; peut-être même tirerons-nous des faits cliniques quelque enseignement thérapeutique ?

Mais cette question n'appartient-elle pas au même titre à l'Hygiène publique ? Le classement des usines électriques, la limitation des tensions employées, le mode de distribution et d'isolation, les réglements relatifs à la pose des conducteurs, soit dans les airs, soit

dans le sol, l'indication des règles et précautions à prendre pour prévenir les dangers de l'exploitation, tout cela est du domaine de l'hygiéniste.

Au contraire, déterminer le caractère des blessures que peut causer la décharge électrique, examiner les lésions produites par cette fulguration industrielle pour les différencier si possible de celles que produit la fulgaration naturelle, ce sera l'œuvre du médecin expert, auquel il restera à étudier dans un chapitre distinct la méthode d'exécution capitale appliquée depuis peu aux Etats-Unis sous le nom expressif d'*électrocution*.

Telle est la division que nous avons adoptée : la physiologie, la pathologie et la thérapeutique, l'hygiène, la médecine légale formeront autant de chapitres, dans chacun desquels nous étudierons à un point de vue particulier les cas de fulguration produits par les moyens dont dispose actuellement l'industrie. Nous croyons bon auparavant de faire dans un premier chapitre un court historique de la question.

CHAPITRE I

Historique

En 1766, Priestley, le premier, étudia l'action de la décharge électrique sur les animaux. Il établit ce fait retrouvé dans quelques cas de mort par les courants électriques que les commotions peuvent être mortelles sans donner de lésions des tissus à la nécropsie.

Marat, sans connaître les travaux de Priesley, répéta ses expériences. Le célèbre démagogue fit ses premières recherches dans cette voie en 1781 et les relata dans un travail couronné par l'Académie des Sciences de Rouen 1784). Nous croyons devoir citer in-extenso les passages les plus intéressants de ce curieux ouvrage, aujourd'hui presque introuvable, intitulé : *Mémoire sur l'Electricité Médicale* (1). On verra que Marat, physicien et physiologiste, préparait sans le savoir et un siècle d'avance la voie aux médecins de New-York, qui ont imaginé les exécutions capitales par l'électricité.

« Peu de physiciens, dit Marat, se sont occupés à rechercher comment une trop violente décharge électrique affecte l'économie des fonctions animales, mais aucun (du moins que je sçache) n'a

(1) Bibliothèque du professeur Lacassagne.

recherché comment elle en détruit le jeu. Peut-être trouvera-t-on que c'est payer bien cher des connaissances physiologiques de les acquerir aux dépens de la pitié. Mais dans le plus vif désir d'être utile aux hommes, ne pourrait-on se résoudre à tourmenter les bêtes? Lecteurs sensibles, tirez le rideau sur les cruautés exercées dans les détails qui vont suivre, et n'y voyez que mon zèle pour l'humanité.

Expérience 13. — Le 4 octobre 1791, je fis recevoir à un pigeon au travers de la tête la décharge d'une batterie de douze pieds quarrés de surface armée. L'oiseau périt sur le champ dans les convulsions ; au bout de quarante minutes il fut disséqué avec soin, mais on n'aperçut aucun dérangement intérieur et l'on ne trouva de sang extravasé ni dans le cerveau, ni dans la poitrine, ni dans l'abdomen ; seulement le péricrâne était parsemé de taches livides.

Expérience 14. — Le 7 octobre 1781, je fis recevoir à une grenouille (de la tête à la queue) la décharge d'une batterie de dix pieds quarrés : aussitôt il y eu une distension momentanée de tous les muscles ; puis elle resta comme ridée et ne donna aucun signe de vie pendant six minutes ; mais peu après, le cœur commença à battre et on aperçut de légers mouvements le long des côtés ; ensuite elle remua les pattes, quelques heures après elle sautilla et parut très bien rétablie.

Il faut attribuer ce rétablisement à l'humidité dont le corps de la grenouille paraît toujours couvert, ce qui diminue la force de la commotion, et à la propriété qu'elles ont de vivre longtemps sans respirer.

Expérience 15. — Voulant éprouver l'effet immédiat de la commotion sur les organes de la circulation, je fis décharger une batterie de quatre pieds quarrés de surface armée sur un rat dont la poitrine était ouverte de manière à laisser apercevoir le battement du cœur ; à l'instant les poumons se gonflèrent et furent chassés hors du corps, le cœur continua à battre, mais faiblement et il n'y eut aucun autre signe de vie durant plusieurs minutes.

Expérience 16. — Le 16 octobre 1781, je fis recevoir à un chat (de la tête à la queue) la décharge d'une batterie de trente-

six pieds quarrés ; à l'instant diverses parties de son corps furent prises de violentes convulsions qui s'affaiblirent par degrés et se terminèrent par une respiration convulsive ; peu à près l'animal parut sans mouvement, ensuite sa respiration devint entièrement précipitée, puis il remua la tête et essaya de se traîner sur ses pattes. A dessein de terminer ses souffrances, car elles étaient extrêmes, je lui fis recevoir (de la tête à la queue) une seconde décharge : même violence et même affaiblissement des convulsions générales, même gêne et même précipitation dans le jeu des poumons. Ces symptômes s'affaiblirent peu à peu avec les forces; enfin la respiration fut détruite et le cœur cessa de battre

Lorsque l'animal parut sans vie on *tâcha de l'y rappeler en poussant de l'air dans le poumon*, mais sans succès. Alors je lui fis raser le poil de la tête et je remarquai une petite tache rougeâtre à l'endroit du péricrâne par où le fluide avait pénétré. Au moyen de la dissection, on découvrit à l'endroit correspondant de la dure-mère une tache pareille mais plus étendue; plusieurs petites taches le long des membranes de la moelle épinière jusqu'à l'endroit par où le fluide s'était échappé ; le cœur se trouvait distendu et plein de sang ; le poumon gauche et la pleure du même côté étaient enflammés. D'ailleurs toutes les autres parties du corps parurent saines.

Expérience 17. — Le 19 octobre 1781, je fis décharger une batterie de vingt-six pieds quarrés à travers la tête d'un chien de basse-cour; à l'instant il fut renversé en arrière ; on remarqua une forte distention de tous ses membres et il resta une minute sans mouvement ; ensuite il fut saisi de convulsions générales et sa respiration devint très précipitée; peu après il commença à remuer les pattes; au bout de vingt minutes, il essaya de marcher, puis il rendit beaucoup de lymphe par la gueule, le nez et les yeux. Le lendemain il parraissait assez bien, mais il était aveugle ; ses yeux semblaient couverts d'une membrane bleuâtre. Après l'avoir tué, on le disséqua et on aperçut à l'endroit du péricrâne qui avait reçu le choc une tache livide. La dissection fit voir plusieurs taches pareilles sur la dure-mère. Le cerveau et le cervelet étaient sains; les humeurs de l'œil paraissaient intactes, mais la cornée transparente étaient devenue épaisse, opaque et bleuâtre.

Expérience 18. - Le 3 mars 1782, je fis recevoir à un pigeon (de la tête à la queue) la décharge d'une batterie de quatorze pieds quarrés de surface armée ; il tomba roide. Trois heures après l'oiseau fut disséqué. On trouva sur le péricrâne une large tache rougeâtre et une tache plus large encore sur la dure-mère. La trachée-artère, les poumons et la pleure étaient enflammés, le cœur parraissait fort distendu et il était rempli de sang coagulé.

Telles ont été les expériences de Marat, faites à une époque où les phénomènes électriques étaient l'objet d'une vive curiosité et où la fulguration en particulier suscitait des discussions sans nombre.

Au commencement de ce siècle, les auteurs continuèrent à recueillir les observations curieuses auxquelles la foudre donna lieu ; plusieurs cherchèrent même à fulgurer expérimentalement des animaux, mais le dispositif de ces expériences est toujours à peu de choses près celui dont disposait Marat : des batteries de Leyde chargées au moyen de machines statiques, sans détermination précise de l'énergie de la décharge.

Des recherches de cet ordre ont été faites par Troostwyk et Krayenhoff, qui opéraient sur des lapins avec une forte batterie : ces auteurs ont constaté l'effet fatal d'une décharge frappant les parties supérieures du système cérébro-spinal ou la région cardiaque, et son innocuité quand elle va de la partie moyenne de la colonne vertébrale au sacrum. Herbert et Steiglehner ont confirmé ces résultats.

Le 2 mars 1866, le professeur Tourdes (1) de Stras-

(1) G. Tourdes. — Relation médicale de l'accident occasioné par la foudre au pont du Rhin, près de Strasbourg.

bourg fit avec le professeur Bertin des expériences de fulguration artificielle au moyen de deux batteries chargées par une bobine de Ruhmkorff; elles portèrent sur des poissons, des lapins et un pigeon. Les principaux symptômes observés furent des contractions et des mouvements convulsifs, puis un affaissement général et la gène de la respiration. Les lésions anatomo-pathologiques, relevées à l'autopsie, étaient sensiblement les mêmes que celles qu'on rencontre dans beaucoup d'accidents causés par la foudre et qui devaient être si bien décrites par le professeur Tourdes lui-même, à l'occasion de la triple fulguration du pont de Kehl (13 juillet 1869).

Après la découverte de la pile, puis des phénomènes d'induction, les expérimentateurs se livrèrent à quelques recherches sur le passage des courants voltaïques et d'induction à travers le corps des animaux. Avec les tensions relativement faibles de la pile ou les bobines de Ruhmkorff, ils n'obtinrent que peu d'effet, des commotions plus ou moins désagréables pour l'homme, mais presque inoffensives pour l'animal.

Les expériences faites par Dechambre (1), en vue de l'article *Fulguration* de son dictionnaire, méritent de nous arrêter, bien que peut-être insuffisantes. Elles furent faites au laboratoire de physique de l'Ecole normale, en collaboration avec M. Garbe, actuellement professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers, qui a bien voulu nous fournir d'utiles enseignements sur ces expériences. Elles consistaient à décharger de puissantes batteries sur des chats, des lapins et des cobayes, mis en commu-

(1) Article Fulguration. — *Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales.*

nication avec le sol. On faisait arriver la décharge soit sur le crâne préalablement rasé, soit par un électrode métallique placé dans le rectum — ce dernier moyen était celui qui, suivant M. le professeur Garbe, amenait le plus facilement un résultat fatal. Malheureusement aucune mesure électrique ne fut faite ; la capacité des batteries, leur charge, la tension, ces importants facteurs restèrent indéterminés. Quant aux résultats, il faut ajouter à ceux que consigne Dechambre dans son article, que très souvent les animaux foudroyés, après être restés quelques minutes comme sans vie, ressuscitaient ensuite parfaitement et se mettaient à courir dans le laboratoire comme se rien ne se fût passé.

La découverte des puissantes machines dynamo-électriques, qui entrèrent presque aussitôt dans le domaine des applications industrielles, permit d'étudier enfin l'action de courants infiniment plus puissants que ceux des piles sur l'organisme de l'homme et des animaux. Il se produisit dès les premières tentatives d'éclairage public quelques accidents qui appelèrent l'attention sur ce sujet (1). C'est de cette époque que datent les premières recherches de M. d'Arsonval, du Collège de France, recherches continuées maintenant encore et qu'on trouve exposées dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* et le *Bulletin de la Société de Biologie*. D'Arsonval étudia l'effet des décharges des condensateurs, des courants continus et alternatifs sur les animaux ; il reconnut le rôle important de l'extra-courant dans ces effets, et se basant sur une connaissance approfondie

(1) Accidents du Printemps.
Accidents des Tuileries, 1882.

de la théorie des machines dynamo-électriques, il indiqua plusieurs moyens préservateurs de la mort par l'électricité dans l'industrie. Les travaux de d'Arsonval sont trop importants pour que nous n'en fassions qu'une simple mention ; ce sont les premiers, les seuls, pourrions-nous dire peut-être, dont la valeur marquée par l'esprit de méthode, la précision des mesures et l'ingéniosité des dispositifs expérimentaux nécessite une analyse raisonnée et complète ; nous la ferons en étudiant la Physiologie des accidents électriques.

Nous ne croyons pas devoir accorder pareille confiance à la Thèse de Grange (1) (Paris, 1885) : *Des accidents produits par l'électricité dans son emploi industriel.* Le travail de cet auteur se limite à l'examen de deux cas, un double accident mortel suivi d'autopsie arrivé aux Tuileries, le 6 août 1882, et à quelques expériences sur les animaux. Imitant en cela un professeur agrégé de la Faculté de médecine de Paris, qui fut par occasion un collaborateur de Grange, nous n'accorderons à ces expériences qu'une confiance très limitée par la fantaisie avec laquelle ont été faites, nous le savons de source sûre, les autopsies des animaux exécutés.

A peu près à la même époque, les médecins américains commencent à étudier cliniquement les cas non mortels d'accidents électriques. Chacun relate le plus souvent une observation isolée qu'il a recueillie et ces documents se trouvent par cela même épars dans un grand nombre de publications.

(1) Grange. — *Des accidents produits par l'électricité dans son emploi industriel* (Annales d'hyg. et de méd. légale, 1885, T 113).

Parmi ces auteurs nous citerons Eduardo Pla de la Havane, Philip Donlin, Philip Coombs Knapp, van Hoff Gosweiler, Biggs, Putnam, Barnes, Grindon, Houston, Terry, Robert, Hummel, Moyer, Peterson, Keirle, Jackson, Collins, Dana aux Etats-Unis. En Angleterre Shield, Delepine, Buchanan ont donné deux observations. Presque rien à signaler en Allemagne, pas plus d'ailleurs qu'en France, où ce chapitre clinique n'a fait l'objet d'aucune étude.

Pendant que ces auteurs faisaient connaître l'objet de leurs recherches cliniques, un grand mouvement se dessinait de l'autre côté de l'Atlantique pour substituer à la pendaison l'exécution par l'électricité des condamnés à mort. Nous verrons, en étudiant cette question des électrocutions, comment ce mode d'exécution, autrefois proposé en France par le sénateur Edouard Charton, fut définitivement adopté dans l'Etat de New-York après des discussions passionnées, auxquelles prirent part non seulement les Sociétés scientiques telles que la Société de médecine légale de New-York et l'Electrical Club, mais aussi toutes les Sociétés d'Eclairage par l'électricité, la presse quotidienne et le grand public.

Ce que nous voulons retenir de ce fait, c'est que la substitution, suggérée par la multiplication des accidents mortels, fut adoptée avec une grande légèreté, alors que les physiologistes et les médecins eux-mêmes avouaient ne rien connaître aux conditions et au mécanisme de la mort dans ces circonstances. Une question en particulier dont la connaissauce avait en ce cas la plus haute importance, celle de la valeur de la résistance électrique

du corps humain, était à peine connue. Voici, par exemple, d'après le Dr Castex (1), les nombres trouvés par divers expérimentateurs, pour la résistance du corps entre les deux mains :

Pouillet	1061 ohms
Lenz	2100 ohms
R. Remak	1000 à 1600 unités Siemens
Tschiriew et de Watteville	3000 à 80000 ohms
Gartner	100000 à 300000 ohms

D'autre part on sait, depuis R. Remak, que sous l'influence d'un courant continu la résistance électrique du corps humain diminue d'une manière considérable. Dans une expérience de Gustave Garetner (2), cette résistance est descendue en une minute de 260000 à 9800 unités Siemens.

Mais ce qu'il importait de connaître en vue des électrocutions, c'était la résistance du corps humain vis-à-vis des courants alternatifs. Nous citerons dans cette voie les expériences de Kundt et Kohlrausch, faites avec un pont de Wheatstone dont le galvanomètre était remplacé par un téléphone ou un électrodynamomètre; celles de Swinburne, qui calculait la résistance par la loi d'Ohm, en mesurant l'intensité par un galvanomètre spécial et la force électromotrice par un voltmètre industriel; celles de Lawrence et Harries, d'Otto Blathy, de Frey et Windscheid, de Stintzing et Graeber, de

(1) Castex — *Résistance électrique du corps humain*, Montpellier médical, 1 mai 1892.

(2) Gustav Garetner — *Ueber den electrischen Widerstand des menslichen Korpers gegenüber Inductionstromen*, Wien, Iahrbericht, S. 509.

Jolly et Garetner. Les valeurs trouvées par ces expérimentateurs sont peu concordantes. Nous ne parlerons que pour mémoire des recherches de Vigouroux, de Boccolari et Borsari, de Silva et Pescarolo, de Martius, de Kahler, de Cardew, de Wollf, d'Eulenbourg qui ont trait aux variations de la résistance spécifique de diverses parties du corps humain sous l'influence d'états pathologiques variés.

Ce que nous voulons constater, c'est qu'en 1888, quand l'Electrocution fut adoptée aux Etats-Unis, les travaux que nous venons de citer n'étaient pas faits pour la plupart et qu'on se vit dans la nécessité de procéder rapidement à quelques recherches sur la résistance de différents animaux.

M M. Brown, Kenelly et le docteur Peterson (1) firent cette détermination sur une série de 24 chiens, tant au laboratoire d'Edison qu'à celui de Columbia-College. — Ils mesurèrent la résistance entre une patte de devant et la patte de derrière diagonalement opposée. Ils n'indiquent pas malheureusement s'ils employèrent pour ces recherches la méthode du pont de Wheatstone (2) ou s'ils calculèrent la résistance au moyen de la loi d'Ohm, en faisant traverser le corps de l'animal par un courant alternatif ou continu, sur le circuit duquel se trouvaient un ampéremètre et un voltmètre. Les valeurs trouvées oscillaient autour de 10000 ohms. — Les mêmes déterminations donnèrent 11000 ohms pour un cheval, 3200 et 1300 ohms pour deux veaux (3).

(1) *Electrical World*, 8 août 1888

(2) Voir note A à la fin du volume.

(3) *Lumière Electrique*, 1889, p. 348, T. 33.

Enfin des mesures effectuées sur plus de 200 personnes de différents âges donnèrent pour la résistance d'une main à l'autre des nombres assez concordants et s'écartant peu de la valeur remarquablement faible de 1000 ohms.

Les expériences les plus parfaites sont, à notre avis, celles que fit le docteur Stone en 1885 sur ce sujet (1). Le docteur W. H. Stone faisait plonger les extrémités, bras ou jambes du sujet, dans des solutions salines, et se servait d'électrodes de plomb de grande surface. Il a trouvé pour la résistance d'une personne adulte mesurée entre les deux pieds 939 ohms, d'un pied à une main 905,45 ohms ; il a mis en en lumière le fait important de l'existence pour le corps humain d'une capacité électrostatique considérable et de phénomènes de polarisation donnant lieu à une force contre-électromotrice opposée à celle du courant. Le docteur Stone, en se servant de contacts de grande surface, éliminait l'influence de la résistance considérable qui résulte d'un contact imparfait de la peau avec les électrodes, et d'autre part, il se mettait à l'abri des erreurs provenant de la polarisation, en appliquant la méthode de Mance, pour éliminer la polarisation dans les essais des câbles sous-marins.

Enfin une détermination de la résistance du corps humain fut faite par A.E. Kenelly, avec une grande précision, au cours même d'une électrocution, celle de Mac Elvaine ; on trouva pour le premier contact une résistance qui de 800 tomba à 516 ohms en 50 secondes,

(1) *Electrical Review*, New-York 1885.

et pour le second contact une résistance constante de 214 ohms (1).

Cette question de la mort par l'électricité suscitait dans une autre partie du domaine de l'Electrophysiologie des recherches aussi intéressantes que celle de la résistance. Ce sont celles de Tatum (2), faites à la fin de 1889 au laboratoire de physiologie de l'Université de Pennsylvanie. Tatum étudia successivement les altérations produites par le passage de courants plus ou moins intenses à travers divers tissus, l'action électrolytique sur le sang, les intensités de courant nécessaires pour amener l'arrêt du cœur et de la respiration chez un animal, en un mot le mécanisme de la mort par les courants. Il est regrettable que dans ces recherches, Tatum n'ait pas eu connaissance d'un travail du docteur Danion, paru peu de temps avant en France sur le mode de diffusion des courants voltaïques dans l'organisme humain (3), car la recherche topographique de la distribution du courant, celle de la densité de ce même courant dans la traversée des différentes régions peut éclairer d'un jour nouveau le problème si complexe de mécanisme du mécanisme de la mort par l'électricité.

Si l'on sort du domaine de l'électro-physiologie pour entrer dans celui de l'anatomie pathologique, on trouve de multiples observations de nécropsies après accident électrique fatal. Nous citerons les travaux de Brouardel

(1) *The Electrical Engineer*, 17 février 1892.

(2) *Death from electrical current*, New-York Medical Journal, 22 février 1890.

(3) *Comptes-rendus de l'Académie des sciences*, 1889, numéro 2.

en France, d'Eduardo Pla, à la Havane (1), de Donlin, Delancey, Marc Donald, Guy Carleton, Biggs, Putnam, Jenkins, Schrady, Barnes, Terry, Robert, Moyer, Hummel, Spitzka, Fell, Jackson, Keirle, Collins, aux Etats-Unis, Buchanan, Shield et Délepine, en Angleterre. Il est regrettable que la plupart des cas de mort qui se sont produits en France et dans le reste de l'Europe n'aient pas été suivis d'autopsie; sur ce point nous n'avons guère que des documents américains empruntés tant aux cas accidentels qu'aux électrocutions.

C'est au chapitre que nous consacrerons à ces dernières que nous étudierons l'histoire de leur introduction aux Etats-Unis.

N'oublions pas, en terminant ce long historique, de citer les curieuses expériences de M. Tesla, qui, reprises cet été sous une nouvelle forme par M. d'Arsonval, sont venues éclairer d'un jour nouveau cette partie du domaine de l'électro-physiologie; nous faisons ici allusion aux faits rapportés par ces deux auteurs dans des conférences (2) faites à la Société internationale des électriciens, à Paris, les 19 février et 6 avril 1892. Renversant les idées admises, ils ont montré que le passage à travers le corps de courants alternatifs d'une intensité et d'une tension considérable pouvait s'effectuer non seulement sans danger, mais encore sans douleur à condition qu'on élève la fréquence, c'est-a-dire le nombre des alternances du courant par seconde à un chiffre

(1) *Consideraciones medico-legales acerca de la muerte por la electricidad industrial.* — Cuba, 1891.

(2) *Bulletin de la Société internationale des électriciens*, 1892.
Lumière électrique, 1891, 2.

beaucoup plus élevé. En dehors des autres phénomènes qu'on observe avec ces courants de haute fréquence, et qu'il nous a été donné d'observer au Laboratoire du Collège de France, grâce à l'obligeance de M. d'Arsonval, ce fait physiologique de la plus haute importance et quelques autres du même ordre mériteront de nous arrêter assez longtemps au chapitre consacré à la Physiologie.

CHAPITRE II

—

ELECTRO-PHYSIOLOGIE

Classification des machines. — Influence de la forme de l'onde et de la durée du contact. — Expériences personnelles. — Influence de la fréquence. — Expériences d'Elihu Thomson, de Tesla et de d'Arsonval. — Mécanisme de la mort.

Classification des machines. — « La classification des machines que l'on peut employer pour foudroyer des animaux par l'électricité présente d'énormes difficultés. Une machine produisant un courant bien plus fort que telle autre, nous disait M. le docteur Weiss, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris et ingénieur des Ponts et Chaussées, donnera parfois des effets physiologiques bien moindres. Il y a au laboratoire de l'Ecole une bobine d'induction de 25 à 30 centimètres de long donnant des étincelles d'un demi centimètre à peine et avec laquelle on a tué des lapins; avec une autre bobine grand modèle de Ruhmkorff, donnant des étincelles de 60 centimètres, on ne peut y arriver; nous avons même fait l'expérience sur un petit chien en lui

piquant une aiguille dans le cerveau et faisant passer l'étincelle ; il était bien éprouvé, mais enfin ne mourait pas. A côté de cela, nous voyons Duchenne de Boulogne produire la mort en faisant passer le courant d'une vingtaine d'éléments entre les deux tempes d'une personne. »

M. le professeur agrégé Didelot, de Lyon, nous citait des faits analogues qu'il avait relevés dans ses expériences personnelles.

D'autre part, il semble résulter de tous les faits connus à l'heure actuelle qu'une machine à courants alternatifs est plus dangereuse qu'une machine à courants redressés ou continus et que le danger croît avec la vitesse de rotation. Tout récemment, cependant, Hertz, Joubert et Elihu Thomson d'abord, d'Arsonval et Tesla ensuite ont montré que les effets physiologiques, qui croissaient jusqu'à 3,000 alternances par seconde, allaient ensuite en diminuant, si bien que, pour 10,000 variations par seconde, on ne sentait plus rien.

Influence de la forme de l'onde. — De ceci que semble-t-il résulter ? Que l'effet physiologique, l'effet mortel aussi bien que l'effet d'excitation neuro-musculaire, semble être intimément lié à la forme de l'onde électrique.

Quand un flux électrique traverse une résistance quelconque un fil métallique ou un organisme, les éléments qui entrent en jeu pour caractériser la forme de l'onde sont :

1° L'intensité du courant I ;

2° La différence de potentiel aux deux extrémités du conducteur E;

3° Sa résistance R;

4° Sa capacité C;

5° Son coefficient de self-induction L.

Ces différentes quantités sont reliées entre elles par des formules mathématiques dont la plus simple, la loi d'Ohm, qui s'écrit $I = \frac{E}{R}$, signifie que l'intensité d'un courant qui s'établit dans un conducteur est égale au quotient de la force électro-motrice mise en jeu par la résistance.

Quand le conducteur est constitué par un organisme, la résistance n'a pas une valeur constante. Nous lisons en effet dans Weiss (1) : « La résistance des tissus traversés par un courant semble aller en diminuant quand l'intensité du courant augmente. Une expérience simple consiste à mettre les pôles d'une pile en communication avec deux électrodes placés sur la peau et à faire croître peu à peu l'intensité du courant en augmentant le nombre des éléments de la pile. Si ensuite on déduit par le calcul la résistance des tissus de la force électro-motrice de la pile et de l'intensité du courant observée au galvanomètre, on constate que cette résistance prend des valeurs d'autant plus faibles que l'intensité est plus grande. Si, revenant en arrière, on diminue peu à peu le nombre des éléments, on voit que la diminution de résistance persiste un certain temps. Comme nous l'avons dit, ces variations sont dues en partie aux pro-

(1) G. Weiss, *Technique d'électro-physiologie*, 1892.

duits mis en liberté, mais d'autres éléments compliquent le phénomène. Si, en effet, on cherche à faire des mesures de résistance par la méthode de Kohlrausch, il n'y a plus d'électrolyse, puisque le courant est alternatif : cependant il y a des variations de résistance continuelles. Le silence étant obtenu, on arrête la bobine d'induction sans rien modifier à l'équilibre du pont; si, au bout d'un moment, on la fait marcher de nouveau, le téléphone n'est plus au silence, par suite du repos la résistance a changé. »

Pour produire la mort, il faut que le flux électrique mette en jeu une énergie suffisante : les deux facteurs de l'énergie sont la force électro-motrice et l'intensité, en d'autres termes la différence de potentiel et la quantité d'électricité.

Quel est celui de ces facteurs qui joue le rôle le plus important dans la fulguration expérimentale?

Dans le cas d'un conducteur de résistance invariable, si l'on étudie le régime variable dans la période d'établissement du courant, on trouve que les lois qui relient les différentes valeurs du potentiel et de l'intensité au temps, $E = \varphi(T)$ ou $I = \psi(T)$, se déduisent l'une de l'autre : la loi d'Ohm le montre clairement.

Dans le cas d'un organisme, au contraire, la résistance varie pendant le passage du courant, les conditions ne sont plus les mêmes et les avis sont alors partagés.

Pour d'Arsonval (1), les effets physiologiques d'excitation des nerfs et des muscles ainsi que l'effet mortel

(1) *Archives de physiologie*, janvier, 1892. Article sur la *Voltaïsation sinusoïdale*.

sont liés à la loi de variation du potentiel avec le temps $E = \varphi(T)$.

Pour Weiss, c'est la variation de l'intensité et la loi $I = \psi(T)$ qu'il importe de considérer si l'on veut avoir la mesure de ces effets.

Quoi qu'il en soit, il résulte des faits connus que l'effet mortel est une fonction de I, de E et de T, ou, en d'autres termes, que la forme de l'onde est un facteur important.

Les faits connus peuvent se résumer de la façon suivante :

1° Un organisme peut être traversé sans effet mortel par une onde où E est très grand (plusieurs milliers de volts) et I petit (une fraction très faible d'ampère), par l'onde d'une bobine à induction, genre Ruhmkorff, par exemple.

2° Si E est faible et I fort, on pourra, avec un courant interrompu, avoir un effet mortel indirectement par le mécanisme suivant qu'a mis en lumière M. d'Arsonval. Les contractions tétaniques musculaires déterminent la production d'une énergie calorifique suffisante pour que l'animal ne puisse plus lutter par les moyens physiologiques ordinaires contre cette calorification interne exagérée ; l'animal succombera par coagulation de la myosine et altération histologique des tissus, et la preuve évidente de ce mécanisme de la mort se rencontre dans cette expérience qu'a faite d'Arsonval : il refroidit artificiellement (au moyen de bains, par exemple), l'animal soumis au passage du courant, et celui-ci résiste alors parfaitement.

3° Dans les expériences de Tesla et de d'Arsonval sur les courants de haute fréquence, les paramètres E et I

étaient grands et cependant le courant produit pouvait traverser le corps d'un individu non seulement sans danger, non seulement sans douleur, mais encore sans presque de sensation produite.

4° L'effet mortel est maximum quand *E* atteint plusieurs milliers de volts (courant continu) ou 150 volts (courant alternatif, potentiel moyen), à condition que la valeur de *I* soit assez considérable et la fréquence (1) assez basse.

Nous fondant sur l'importance de la forme de l'onde, nous envisageons trois cas généraux :

A. Le corps est traversé par une onde unique, soumis durant un temps très court à une brusque variation de potentiel et retombe après le passage de cette onde dans l'état où il se trouvait antérieurement.

B. Le corps est traversé par une onde, puis soumis au passage d'un flux constant d'électricité, dont l'arrêt ramène le corps à son état antérieur sans autre phénomène ou avec production d'une onde inverse de self-induction.

C. Le corps est soumis au passage d'une série d'ondes de même forme qui provoquent des variations rapides et successives du potentiel. Ces ondes sont toutes de même sens ou bien le flux électrique change deux fois de sens à chaque période.

Ondes uniques. — Dans la classe *A* nous plaçons la décharge des condensateurs et l'onde simple obtenue

(1) On appelle *fréquence* le nombre des alternances par seconde.

par synthèse, grâce à une ingénieuse méthode de M. d'Arsonval. Nous n'insisterons pas sur les phénomènes produits par ces ondes uniques, car ils rentrent dans l'étude de la fulguration naturelle ; la fulguration artificielle et expérimentale, que les divers observateurs cités dans notre historique ont produite avec des condensateurs, sort des limites de notre sujet. Qu'on ne croie pas cependant qu'il s'agisse ici d'un cas simple, facile à interpréter : nous déchargeons un condensateur à travers le corps d'un animal : pas de self-induction dans ce conducteur interpolaire, mais bien que d'après les recherches de M. Pellat et de MM. Cailho et de Nerville, la loi de la décharge soit bien connue, il est difficile d'interpréter le résultat mortel, car, comme dit Weiss, il y a au début une variation brusque dans l'intensité du courant pendant laquelle on ne sait ce qui se passe et il est probable que c'est précisément cette phase de la décharge qui produit l'effet maximum.

Quant à faire naître des ondes de forme déterminée d'avance, on ne peut y songer que quand on veut produire des phénomènes d'excitation dans des études d'électro-physiologie. Le dispositif imaginé par d'Arsonval (1) se compose d'une pile *P* fermée sur un tube de verre rempli d'une solution de sulfate de cuivre. Le fond du vase est mis à la terre *T*. Le potentiel va donc en décroissant de haut en bas dans toute la hauteur de la colonne liquide, suivant la loi d'Ohm. Un plongeur composé d'un fil de cuivre isolé, excepté à sa pointe, est mis, grâce à celle-ci, au potentiel de la couche

(1) *Comptes-rendus de l'Académie des sciences*, 1885.

liquide où il se trouve et forme avec un deuxième fil relié à la terre un circuit dérivé *D*. Le plongeur peut être animé d'un mouvement dont la loi soit telle qu'il produise dans le circuit dérivé une onde de la forme cherchée.

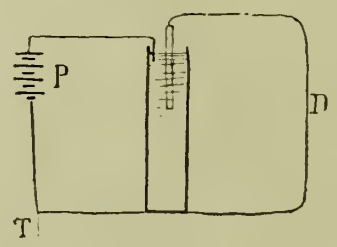


Fig. 1.

Mais on ne peut songer à employer ce dispositif pour fournir des ondes capables de foudroyer un animal. Ces ondes de haute tension on ne peut non plus les produire avec l'appareil à chute et à balai-frotteur inventé par Weiss pour les ondes faibles des expériences d'électro-physiologie, car les ruptures se feraient d'une façon peu précise à cause des étincelles.

Si donc l'on veut étudier l'influence de la forme d'une onde de haute tension dans les phénomènes d'inhibition qu'elle produit, qu'il s'agisse d'une onde unique ou d'une série d'ondes, il faudra avoir recours à la méthode analytique. On prendra une machine déterminée, une dynamo, par exemple, capable de foudroyer un animal, et on cherchera quelle est la forme des ondes fournies par cette machine. Pour les machines magnéto-élec-

triques, on pourra employer la *méthode de Joubert* (1), qui consiste à déterminer la loi de la variation de la différence de potentiel aux bornes de la machine en mettant celles-ci pendant un temps très court, à des périodes déterminées de la révolution de la machine, en communication avec un appareil ne produisant pas de dérivation, un électromètre par exemple. Quand le circuit est fermé sur un animal, la capacité et la self induction sont négligeables; l'intensité du courant est alors représentée à une constante près ($\frac{1}{R}$, R résistance du circuit extérieur) par la même courbe que la différence de potentiel aux bornes de la machine magnéto-électrique.

On pourra encore utiliser la méthode de Frœlich (2) dans le cas de décharges de condensateurs, ou des ondes fournies par des bobines d'induction ou des dynamos. Frœlich lance l'onde à étudier dans la bobine d'un téléphone sur la membrane duquel il colle un petit miroir. Si on regarde dans un miroir tournant l'image d'un point lumineux qui a subi une double réflexion sur le petit miroir du téléphone et sur le miroir tournant, on aperçoit dans ce dernier une courbe due à la composition des deux mouvements et qui représente la forme même de l'onde lancée dans le téléphone.

Blondel (3) qui a modifié ce dispositif pour l'appliquer à l'étude des alternateurs a pu obtenir des épreuves photographiques de ces courbes.

(1) *Annales de l'Ecole normale* 1881.

(2) *Elektroteknische. Zeitschrift.* 10e année p. 345.

(3) Blondel. *Sur la détermination des courbes périodiques des courants alternatifs. Lumière Electrique*, 1891, p. 401.

D'Arsonval (1) a composé les mouvements d'un rayon lumineux ayant subi une double réflexion, d'abord sur un miroir monté sur un électro-diapason de Mercadier, puis sur un second miroir collé sur le diaphragme d'un téléphone, à égale distance du centre et du bord. Il a obtenu ainsi sur un écran un diagramme optique, représentation fidèle de l'onde lancée dans la bobine du téléphone. Le même auteur a pu, pour des ondes de faible fréquence et dont la forme est sensiblement sinusoïdale, recourir à un procédé galvanographique où la forme de l'onde s'inscrit sur un tambour de Marey.

Courants continus. — Notre deuxième cas (*B*) s'applique au passage à travers le corps :

1° Des courants continus fournis par les piles.

2° Des courants continus fournis par les dynamos à enroulement compound et série-dynamos.

Les expériences de d'Arsonval, faites au Collège de France (2) avec une pile donnant un courant de 420 volts, ont montré qu'il fallait des fermetures et ruptures lontemps répétées du circuit pour amener la mort, que cette mort est due à l'état tétanique provoqué par le courant qui s'accompagne d'une telle élévation de la température que l'animal succombe.

Le courant continu fourni par des dynamos est plus dangereux que celui de la pile à cause des courants de rupture dûs aux phénomènes de self-induction dans les

(1) D'Arsonval. *La Voltaisation sinusoïdale* (*Archives de Physiologie*, janvier 1892).

(2) D'Arsonval. *Rapport sur l'Electro-physiologie* (Congrès des Electriciens, 1889).

bobines de la machine. Il faut en outre établir une distinction pour le mode de construction de la machine. Une série-dynamo, est plus dangereuse, l'intensité et le voltage étant égaux, qu'une compound parce que dans cette dernière le second fil sert de dérivation au courant induit de rupture.

Cette considération de la self-induction nous permet de comprendre comment des courants continus ont pu donner lieu à des accidents graves comme celui que nous citons au Ch. III, tandis que dans d'autres circonstances, même avec des voltages très élevés, ils ne produisent que des commotions sans gravité. M. Hillairet, ingénieur électricien distingué, nous cite les faits suivants :

« Je n'ai eu, nous écrivait-il le 2 juin 1892, dans nos installations aucun accident de personnes ; la majeure partie des machines que nous construisons sont à courant continu. Aucune des installations d'éclairage ou de transmission n'est à courant alternatif (actuellement du moins). Dans plusieurs de nos transmissions où la tension atteint 2800 volts (transmission de Domène, (Isère) par exemple) il arrive souvent qu'un des surveillants touche les collecteurs, les balais ou les bornes des instruments en pleine marche, soit avec la main les pieds étant à la terre, soit avec les deux mains sur les deux pôles.

Dans les salles des machines, celles-ci étant bien isolées du sol, il n'y a, la plupart du temps, aucune sensation quand on touche un pôle seul ; quand la salle est légèrement humide, on ressent une faible secousse ; quand on touche, les deux pôles on sent une forte secousse à partir de 300 volts.

« Mais cette secousse est *inoffensive à coup sûr*, au moins jusqu'à 3000 volts, comme je l'ai constaté souvent moi-même. Au delà de 3000 volts, je n'ai que des observations isolées et que je ne pourrais donner comme certaines, bien que j'ai la conviction que les courants continus ne peuvent amener d'accidents mortels, même à un très haut voltage ».

Ondes périodiques. — Le troisième cas (G) s'applique aux courants périodiques fournis par des appareils de toute espèce, courants induits des bobines d'induction genre Ruhmkorff, courants alternatifs, redressés ou non, des machines magnéto-électriques ou dynamo-électriques, des transformateurs, des alternateurs de haute fréquence genre Tesla ou genre Elihu Thomson, courants triphasés ou polyphasés.

Cette catégorie est la plus intéressante pour nous : on y trouve, en effet, les courants d'application la plus fréquente, ceux qui donnent lieu au plus grand nombre d'accidents dans l'industrie et qu'on emploie aux Etats-Unis pour les exécutions capitales.

Les courants alternatifs (1) sont caractérisés au point

(1) Une machine à courants alternatifs se compose en principe d'un cadre tournant avec une vitesse constante dans un champ uniforme. Le courant est alors sinusoïdal et présente par rapport à la force électromotrice un retard dont la phase φ est déterminée par l'équation :

$$tg\, 2\pi\varphi = \frac{2\pi L}{R\,T}$$

L étant le coefficient de self-induction, et R la résistance de la machine, T la durée de la période.

E_0 étant la valeur maximum de la force électro-motrice, on a pour valeur maximum de l'intensité du courant :

$$I = \frac{E_0 \operatorname{Cos} 2\pi\varphi}{R}$$

de vue de leurs effets physiologiques par les brusques variations de potentiel qu'il font subir au corps placé dans leur circuit. Si E_0 est la valeur maxima de la force électro-motrice mise en jeu, à chaque période ou alternance le corps sera porté du potentiel E_0 au potentiel $-E_0$ et reviendra au potentiel E_0. Si $E_0 = 500$ volts par exemple on voit que le corps subira deux fois par alternance une dénivellation de potentiel de 1,000 volts. En d'autres termes le courant change de sens au milieu de chaque période et son intensité varie de $\frac{E_0}{R}$ à $-\frac{E_0}{R}$

Or les machines industrielles alternatives ont des fréquences variables mais qui atteignent 100 ou 200 alternances. On voit donc qu'en une seconde, le corps sera soumis plusieurs centaines de fois à de brusques variations de potentiel et que l'effet sera grossièrement analogue à des fermetures et des ruptures répétées d'un circuit de pile où l'organisme se trouverait intercalé.

Cependant les résultats ne sont pas absolument comparables ; les alternateurs possèdent une self-induction alors que le circuit de la pile n'en présente pas ; on s'explique donc aisément les dangers présentés par ces machines et leur emploi dans les électrocutions. D'après les expériences de d'Arsonval, une machine Gramme alternative peut entraîner la mort au-dessus de 120 volts de potentiel moyen.

Les bobines d'induction genre Ruhmkorff que nous citions au début de ce chapitre, ne fournissent pas à ce point de vue de résultats concordants. Pour ces alternateurs, les quantités d'élecricité mises en jeu dans l'onde directe et l'onde inverse sont égales, comme dans les autres machines, mais la forme de ces deux ondes n'est

pas du tout la même. De plus, la marche de l'interrupteur est modifiée par les variations d'intensité du courant inducteur. Enfin, de tous les éléments dont dépend l'onde induite dans ces appareils, un seul nous est connu avec quelque exactitude, c'est la valeur des constantes électriques du fil de la bobine induite. En somme, les bobines d'induction ne sont pas comparables entre elles, et ne se prêtent pas à des expériences de fulguration expérimentale.

Au contraire, pour les dynamos alternatives, il est relativement plus facile de connaitre les élément du problème ; la différence de potentiel, aux bornes et l'intensité moyenne se déterminent aisément au moyen des voltmètres et ampère-mètres industriels ; le nombre des alternances par seconde, fonction de la vitesse de rotation, est facile à calculer avec un tachymètre ; enfin la forme des ondes peut être déterminée par la méthode de Frœlich ou de Blondel.

Expériences de Brown et Kenelly. — Nous donnons sous forme de tableaux, les résultats obtenus par des expérimentateurs américains dans des expériences comparatives sur les courants continus et alternatifs.

Dans les expériences faites sur les chiens, les électrodes étaient constitués par de simples fils de cuivre entourés de coton mouillé et enroulés autour de la jambe droite de devant et de la jambe gauche de derrière. Pour le cheval on applique des pôles semblables aux deux jambes de devant. Pour les veaux, des électrodes de métal recouverts d'éponge furent appliqués, l'un au milieu du front, l'autre entre les épaules sur l'épine dorsale.

Expériences faites avec des courants mortels par MM. Brown, Kennely *et le* Dr Peterson, *aux laboratoires d'Edison et de Columbia-College.*

CHIENS	POIDS EN LIVRES	OHMS RÉSISTANCE	CARACTÈRE DU COURANT	VOLTAGE	DURÉE DU CONTACT	RÉSULTATS
N° 1	10	7.500	Continu	800	2 secondes	Mort
— 2	20	8 500	Alternatif	800	3 —	Mort
— 3	13 1/2	6.000	Continu	1.000	Instantané	Mort
— 4	46 1/2	11.000	Alternatif	800	2 1/2 sec.	Mort
— 5	50	6.000	Continu	1000, 1100 1200, 1300 1400, 1420 et 1200	6 chocs stantanés le dernier 2 1/2 sec.	Sans résultat
— 6	55	3.600	Alternatif	570	3 secondes	Mort
— 7	41 1/2	14.000	Alternatif	250	5 —	Mort
— 8	56	27.500	Alternatif	160	5 —	Mort
— 9	59	5.000	Alternatif	260	5 —	Mort
— 10	76	15.000	Alternatif	230	3 —	Mort
— 11	61	14.000	Alternatif	272	5 —	Mort
— 12	91	8.000	Alternatif	340	5 —	Mort
— 13	53	30.000	Alternatif	220	30 —	Mort

Expériences faites par M. A. E. Kennely, *au laboratoire d'Edison.*

CHIENS	POIDS EN LIVRES	OHMS RÉSISTANCE	CARACTÈRE DU COURANT	VOLTAGE	DURÉE DU CONTACT	RÉSULTATS
N° 14	21 1/2		Alternatif	205	5 secondes	Mort
— 15	19 1/2		Alternatif	176	15 —	Mort
— 16	39 1/2		Alternalif	178	15 —	Mort
— 17	57 1/2		Continu	400	40 —	Mort
— 18	18 1/2		Alternatif	140	45 —	Mort
— 19	20	8.000	Alternatit	255	35 —	Mort
— 20	16 1/2	4.200	Alternatif	418	2 —	Mort
— 21	37 1/2	200.000	Continu	304	30 —	Sans résultat
			Alternatif	100	65 —	
22 —	12 1/2	4.000	Alternatif	500	30 —	Mort
23 —	33	11.000	Alternatif	536	1 1/2 —	Mort
24 —	10	9.700	Alternatif	517	1 —	Mort

Des objections ayant été faites à propos du faible poids des chiens, on fit de nouvelles expériences sur les animaux suivants :

	POIDS EN LIVRES	OHMS	CARACTÈRE DU COURANT	VOLTAGE	DURÉE DU CONTACT	RÉSULTATS
Cheval	1.230	11.000	Alternatif	700	25 secondes	Mort
Veau	124 1/2	3.200	Alternatif	770	8 —	Mort
Veau	145	1.300	Alternatif	750	5 —	Mort

Avec les courants alternatifs la mort fut instantanée ; dans un seul cas, avec le courant continu, elle fut douloureuse, accompagnée de hurlements et de contorsions.

Comme les tableaux l'indiquent, dans les premières expériences, le voltage était plus élevé; le nombre des alternances variait alors de 11 à 68 par seconde. Mais dans la plupart des expériences qui suivirent, on porta le nombre des alternances à 200 et même 288 par seconde et le voltage nécessaire pour amener la mort fut alors beaucoup moindre (1).

MM. Brown et Kenelly ne se sont pas suffisamment préoccupés de chercher quelle est la durée minimum de contact qui est nécessaire et suffisante pour amener la mort. Nous avons vu à la station électrique de Poitiers un ouvrier électricien qui avait reçu à travers le corps une décharge dérivée de la main au sol d'un courant alternatif de 1100 volts. Commotion extrêmement douloureuse, mais pas de brûlures, de perte de connaissance ni d'autre phénomène. Dans ce cas le contact avait été de très courte durée et la main n'avait fait qu'effleurer le conducteur.

Si au contraire celui-ci est tenu à pleine main, le passage du courant alternatif a pour effet de faire contracter les muscles fléchisseurs et le contact devient assez prolongé pour que la mort se produise.

Nous citerons une observation d'accident mortel où tel semble avoir été le *modus faciendi*.

(1) *Electrical World*. New-York.
Clark Bell. *Electricity and death Penalty. Médico-légal Journal*. New-York. Septembre 1889.

OBSERVATION II

Accident mortel à la station électrique de La Rochelle

Nous avons interrogé un ouvrier, témoin oculaire de l'accident, qui nous a donné les détails suivants corroborés par le Commissaire central de La Rochelle dans son rapport officiel.

Le sieur Kirchoff Emile, âgé de 42 ans, sujet autrichien, chef ouvrier électricien, demeurant à Vierzon, et attaché à l'usine d'électricité de cette localité avait été envoyé à La Rochelle à la station électrique pour les travaux d'exploitation.

Le 29 mai 1890 à 6 h. 1/4 du soir, de concert avec M. Fougerat directeur de l'Usine, il expérimentait un appareil fixé au tableau de distribution. Pour faire ces expériences Kirchoff était muni de deux fils électriques ; ces deux fils avaient été dégarnis à leur extrémité de leur tissu isolant sur une longueur de 20 centimètres; le bout de l'un fut attaché à un robinet en cuivre fixé au mur au-dessus d'un petit bassin contenant quelques centimètres d'eau. Pour faire l'expérience, Kirchoff devait fermer le circuit en mettant en contact l'extrémité du second fil avec celui qui était attaché au robinet. Une première expérience avait déjà réussi, et pour s'en rendre compte, Kirchoff était retourné au bureau des machines contenant le tableau de distribution; mais auparavant il avait par mégarde laissé tomber dans le bassin le fil qu'il tenait à la main.

Pour commencer la seconde expérience il revint vers le bassin et, saisissant avec ses deux mains plongées dans l'eau le fil conducteur électrique, il voulut le ramasser. Malheureusement il avait saisi la partie dénudée. Instantanément il tomba foudroyé, *les mains crispées, entraînant avec elles le bout du fil électrique* qui lui a fait aux deux premiers doigts de chaque main de profondes brûlures.

M. Fougerat, ne le voyant pas venir, se retourna, et, à travers le vitrage, l'aperçut étendu à terre ; des étincelles électriques lui sortaient par les pieds.

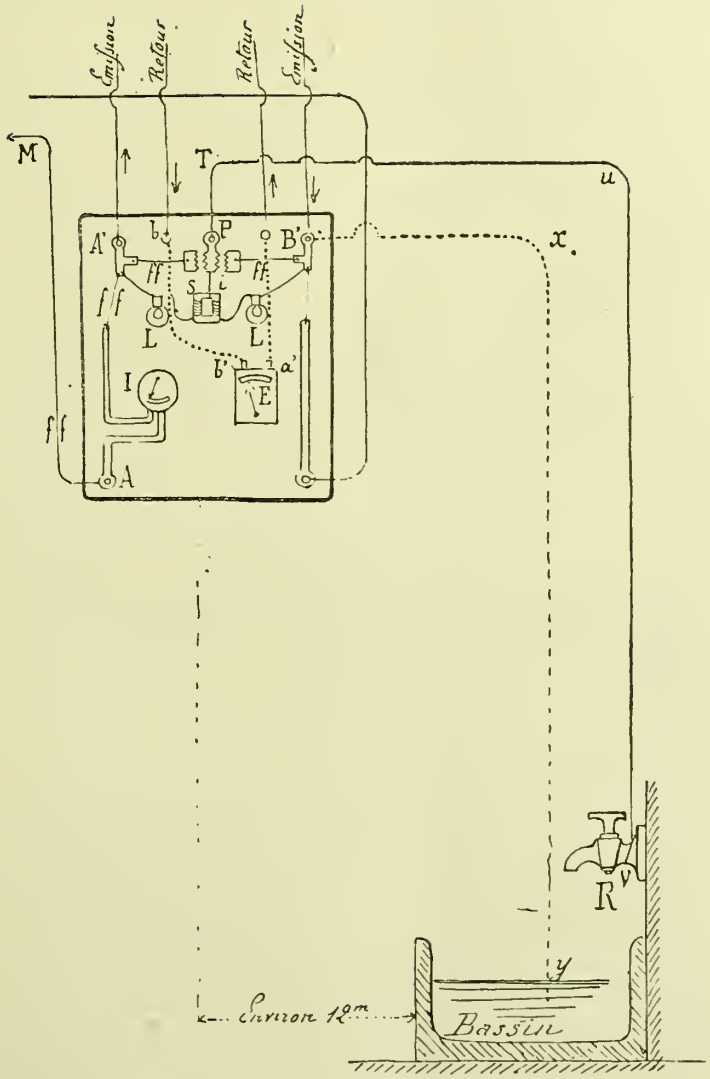

Emission
Retour
Retour
Emission
M
T
u
x.
A'
b
P
B'
ff
ff
S
i
ff
L
L
b'
a'
I
E
ff
A
R
v
y
Environ 12m
Bassin

Fig. 2.

Kirchoff était mort ; son corps fut transporté à la Morgue de l'Hôpital St-Louis, mais on ne fit pas l'autopsie.

A propos de cet accident, nous trouvons dans la *Lumière Electrique* les détails suivants :

Pour se rendre un compte exact de ce qui s'est passé, il convient de se placer devant le tableau de distribution que nous reproduirons plus loin.

Kirchoff se proposait de vérifier le fonctionnement du self-inducteur *S i*, placé dans le circuit des lampes de terre *L L*.

Dans ce but il avait fixé un premier fil *T' u v* isolé, pour mettre à la terre le milieu du self inducteur *Si*. Un second fil *B' x y*, isolé aussi, était disposé parallèlement au premier, de façon à ce que deux personnes pussent faire les contacts voulus sur le robinet *R* et ensuite sur les bornes *B'*, *A'*, cela pour imiter une fuite à la terre sur un point quelconque du réseau.

Une première expérience avait réussi. Il s'agissait de faire la seconde sur l'autre câble d'émission.

Notre dessin indique l'état des choses un instant avant la catastrophe.

L'électromètre marquait 1050 vols. Le fil *T u v* était à la terre sur le robinet *R* ;

Le fil *B' x y* était, d'une part, tenu par une personne en contact de la borne *B'*, et d'autre part, plongeait dans l'eau du bassin où il était tombé et qui est aussi à la terre.

Kirchoff, les pieds sur un terrain humide, était à la terre.

Jusque-là, rien; mais voyant son fil plongé dans le bassin, il veut le dégager pour faire contact sur le robinet *R*, et pour cela *il enfonce les deux mains dans l'eau du bassin*, saisit le fil par la partie dénudée; faisant une dérivation de très grande résistance par rapport au bassin et au robinet, il n'a pas dû être foudroyé à ce moment, mais lorsqu'il a retiré le fil de l'eau, son corps s'est trouvé en circuit et a été traversé avec toute l'énergie du courant. Il est tombé comme une masse sur le bord du bassin tenant toujours le fil dans les deux mains. Quand on l'a relevé, on a trouvé les mains fortement brûlées. Tous les soins

qui lui ont été prodigués pour ramener le mouvement du cœur ont été vains.

Il ressort de la description même des préparatifs que l'expérience dirigée par Kirchoff a été faite de la façon la plus maladroite et la plus malheureuse, sans aucune précaution, comme s'il s'agissait d'un courant continu de 100 ou 200 volts.

L'accident ne fût pas arrivé si Kirchoff eût pris ses gants de caoutchouc comme le prescrit la consigne dans le cas d'expériences de ce genre.

Importance de la durée du contact. — L'importance de la durée du contact, nous la saisirons pleinement au chapitre III, car nous verrons que d'elle dépend la gravité des accidents et dans beaucoup de cas leur pronostic; mais dès maintenant ce fait est mis en lumière par la première électrocution, celle de Kemmler (1). Comme nous le verrons plus loin, après un premier contact de 17 secondes de durée totale, l'abolition des mouvements et toute apparence de vie avaient fait croire aux médecins présents que le condamné était mort, mais une demi-minute après l'arrêt du courant « il survint une série de *légers mouvements spasmodiques de la poitrine* accompagnés de l'expulsion d'une petite quantité de mucus par la bouche ». Dans l'électrocution de James Slocum (7 juillet 1891), le courant fut arrêté après un premier contact de 37 secondes; cependant « on trouva alors que le *pouls était fort* et une à deux minutes plus tard la *respiration se rétablissait* avec une force et une régularité très grandes ». Pour Harris A. Smiler, après trois contacts qui avaient duré

(1) Rapport du Dr Carlos Macdonald au gouverneur de l'Etat de New-York sur l'exécution par l'électricité de W. Kemmler.

10 secondes chacun, « on ne voyait pas trace d'efforts pour respirer, mais le pouls battait si fort et si régulièrement qu'on fut d'avis de fermer de nouveau le courant pendant 19 secondes ».

Que faut-il donc penser des expériences de Brown et de Kenelly qui ont produit la mort sur des animaux avec des durées de contact et des voltages sensiblement moindres que dans les électrocutions? A notre avis, ces expérimentateurs, dans beaucoup de cas, laissaient l'animal mourant mais non pas mort; si ces recherches avaient été conduites non par des physiciens, mais par des biologistes, on aurait cherché dans chaque expérience l'état du cœur et de la respiration tout au moins, et nous ne doutons pas qu'on n'eût perçu très nettement les battements du cœur, et que même, si les animaux avaient été bien observés, on aurait vu la respiration se rétablir secondairement.

Voulant nous faire une opinion nette à cet égard, nous avons exécuté dans ce but quelques recherches expérimentales.

Expériences personnelles. — Nous avons eu à notre disposition un alternateur Ferranti fournissant un courant de 2,500 volts et 20 ampères. Nous étions donc dans des conditions bien supérieures à celles dont disposaient Brown et Kenelly dans leurs expériences au

(1) Ces expériences ont été faites à la Station centrale d'électricité de Poitiers avec la collaboration de M. Bertin, directeur (27 octobre 1892). Nous le prions de recevoir nos meilleurs remerciments pour l'obligeance avec laquelle il a mis son outillage et son personnel à notre entière disposition.

laboratoire d'Edison et de Columbia-College. Nous avions une énergie disponible de $2,500 \times 20 = 50.000$ watts ou $\frac{50.000}{736} = 67$ chevaux électriques, alors que dans l'électrocution de Mac Elvaine, par exemple, l'énergie dépensée n'a été que de 4,000 watts au premier contact (1,600 volts et 2, 5 ampères) et de 10,500 watts au second (1,500 volts et 7 ampères).

Avec des éléments aussi puissants de grandes précautions devaient être prises pour éviter tout risque d'accident; l'opérateur était muni de gants de caoutchouc et les fils du circuit improvisé soigneusement isolés.

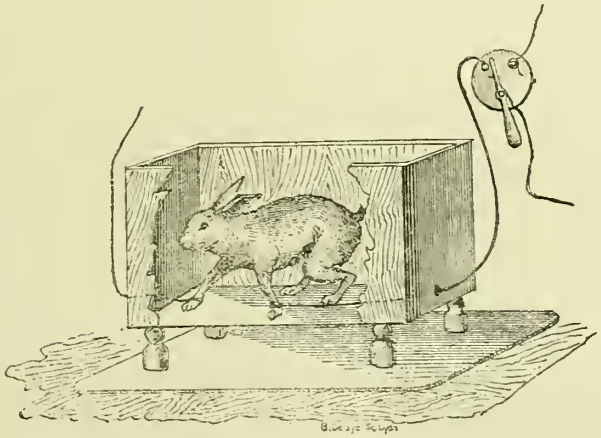


Fig. 3.

L'animal était placé dans une caisse en bois soigneusement isolée du sol par des supports en porcelaine reposant eux-mêmes sur un épais tapis de caoutchouc (fig. 3). Les fils amenant le courant pénétraient dans la caisse au niveau du plancher et se liaient à des élec-

trodes (1) en forme de bagues fixées aux pattes de l'animal. Celui-ci, grâce à cette disposition, ne pouvait rapprocher les deux électrodes au contact et amener ainsi la production d'un court circuit qui. sans compter l'insuccès de l'expérience, aurait été fort préjudiciable pour la dynamo; pour éviter tout danger de ce côté, des parafoudres avaient été disposés sur le trajet des conducteurs. La manœuvre se faisait au moyen d'un commutateur fixé au tableau de distribution de la salle des machines. On déterminait au chronomètre la durée des contacts, puis, les parafoudres enlevés pour écarter tout danger d'une manœuvre fortuite du commutateur, nous pratiquions l'examen de l'animal.

Pendant toute la durée des épreuves qui ont porté sur trois lapins, le voltmètre indiquait 2,500 volts et l'ampèremètre 20 ampères.

Lapin n° 1. — Les électrodes sont fixés aux deux pattes de devant. Premier contact d'une demi-seconde de durée. Tétanisation générale, opisthotonos caractérisé par le renversement de la tête en arrière. Arrêt de la respiration qui reprend une vingtaine de secondes après avec le type abdominal. Défécation.

Au moment où nous pratiqnons l'examen, c'est-à-dire sept à huit secondes après le passage du courant, les battements du cœur sont nettement perçus, bien qu'un peu faibles et irréguliers; ils reprennent en très peu de temps de la force et de la régularité ; ils deviennent même un peu précipités.

(1) Ces électrodes étaient constitués comme dans les expériences américaines par des bagues métalliques munies d'une garniture d'éponge imbibée d'eau salée.

Les pupilles semblent un peu dilatées, mais elles réagissent encore à l'approche d'une lampe à incandescence. La sensibilité n'est pas abolie; l'animal donne des signes de terreur quand on le touche, et s'agite; mouvements de recul: pincé, il réagit bien; les mouvements des yeux indiquent qu'il a conscience de ce qui se passe.

L'animal qui semble n'avoir été paralysé que quelques secondes après le passage du courant se remet bientôt sur ses pattes.

Deuxième contact de 1 1|2 secondes, 4 minutes après le premier. — Cette fois, abolition de la sensibilité. — La respiration reste suspendue; — battements du cœur assez forts et précipités.

Nous pratiquons la respiration artificielle pendant une minute à peine et l'animal revient alors tout à fait à lui. Mouvements de fuite ralentis par les brûlures assez profondes des membres antérieurs. Porté dans un jardin, l'animal se rétablit tout à fait et s'éloigne lentement à une distance de plusieurs mètres.

Lapin n° 2. — Animal de grande taille. Un électrode est fixé à une patte antérieure, l'autre à la patte diagonale postérieure; le courant traverse donc l'animal dans toute sa longueur.

Premier contact, 2 secondes. Tétanos généralisé, puis aussitôt, cris et agitation. — Respiration suspendue pendant le passage du courant; — puis dyspnée momentanée faisant place à une respiration régulière.

Battements cardiaques précipités. — Pas d'abolition de la conscience — sensibilité conservée.

Second contact, durée 5 secondes, 3 minutes après le

premier. Tétanisation — abolition des mouvements respiratoires — ceux du cœur sont conservés. — Pupilles dilatées. — Paraplégie. Contrairement à notre attente, l'animal ne succombe pas ; la respiration se rétablit au bout d'une minute environ, et d'elle-même. Le cœur, qui avait faibli au moment du schock, reprend de la force. La paraplégie seule persiste — les masses musculaires sont flasques — la sensibilité semble fort obtuse ; analgésie des membres. — L'animal, détaché, reste couché, frappé de stupeur et comme d'hébétude. Les mouvements des yeux sont paresseux et les conjonctives peu sensibles. La respiration reste courte.

L'animal persiste dans cet état pendant deux heures ; il est alors sacrifié pour être autopsié ; il aurait d'ailleurs fatalement succombé au traumatisme produit par le courant aux points d'entrée et de sortie ; au niveau des électrodes et sur toute leur étendue, brûlures considérables ; toutes les parties molles ont disparu ; le radius et le cubitus sont mis à nu sur une hauteur de 3 cm. et persistent seuls ; le radius est entamé et la substance médullaire cuite. Les muscles de l'avant-bras ont subi une rétraction considérable. Les lésions sont les mêmes à la patte postérieure.

Lapin n° 3. — Les électrodes sont fixés aux deux pattes antérieures.

Premier contact, 3 secondes. — Tétanisation, opisthotonos. Arrêt de la respiration. Le cœur continue à battre. La conscience semble abolie ; résolution musculaire.

Après une minute, second contact de 3 secondes.

Arrêt du cœur pendant 15 à 20 secondes, puis il bat de nouveau mais faiblement.

A une minute d'intervalle, troisième contact de 6 secondes. — Arrêt du cœur, qui persiste encore une vingtaine de secondes. Les battements reprennent ensuite, mais demeurent très faibles et de plus en plus rares : la respiration ne se rétablit pas. L'animal succombe au bout de 12 minutes. La rigidité musculaire apparait *immédiatement* et l'autopsie est aussitôt pratiquée.

Nous étudierons au chapitre IV les lésions trouvées à l'autopsie, mais dès maintenant nos trois expériences nous montrent que la durée du contact semble être le criterium de la gravité de l'accident.

Notre premier lapin n'a pas succombé après le passage du courant pendant deux secondes. Le second a été fort maltraité par un courant de 7 secondes. Après un courant de 12 secondes, le troisième a succombé, il est vrai, mais la mort n'a été nullement instantanée.

Si la durée du contact est un facteur très important pour le pronostic, la fréquence du courant alternatif joue aussi un grand rôle. Bien qu'à priori on ne semble pouvoir donner l'explication des faits curieux que nous allons faire connaître, les interprétations qu'on a commencé à en donner présentent cependant un très grand intérêt.

Dans ces dernières années, Hertz (1), a montré par des expérieuces à jamais célèbres qu'on pouvait produire dans un circuit des *oscillations* électriques dont le nombre

(1) *Untersuchungen ueber die Ausbreitung der elektrischen Kraft.* Leipzig, 1892.

pouvait atteindre plusieurs trillions par seconde; il remarqua, mais sans y attacher d'importance, que, malgré la force électro-motrice assez considérable mise en jeu, si on touchait avec le doigt, les bornes de l'*oscillateur*, on n'éprouvait aucune douleur, pas même la sensation de piqure.

Joubert qui répéta avec l'oscillateur et le résonnateur de Hertz plusieurs de ses expériences au lendemain de leur publication, voulut un jour mettre en évidence ces décharges oscillatoires en les faisant passer dans la patte galvanoscopique d'une grenouille; à son grand étonnement, le résultat de l'expérience fut négatif : ce galvanoscope organisé resta absolument insensible aux décharges oscillatoires.

Que restait-il, en présence de ces faits, de l'opinion alors généralement admise de l'accroissement du danger des alternateurs avec la fréqnence? D'Arsonval qui avait soutenu cette théorie s'empressa de construire un alternateur dont la fréquence pouvait aller jusqu'à 10000, et expérimentant avec cet appareil reconnut que les effets d'excitation neuro-musculaires d'abord faibles aux basses fréquences, croissaient ensuite pour atteindre un maximum entre 3.000 et 5.000, puis décroissaient de plus en plus; avec 10.000 alternances, il n'y avait presque plus de sensation produite.

Ces faits furent communiqués à la *Société de Biologie* les 24 février, 25 avril, 2 mai 1891.

A la même époque, un physicien hongrois, Tesla, qui travaillait dans les laboratoires des Compagnies d'éclairage électrique aux Etats-Unis, y découvrait les mêmes faits et les mettait en lumière dans un mémoire lu le

20 mai 1891 à l'*American Imstitute of Electrical Engineers* à Columbia-College N. Y.

Ces mémorables expériences de Tesla sur les courants de haute fréquence n'ont guère été connues en Europe avant les conférences faites par l'auteur aux Sociétés d'Electriciens de Londres, Paris (1) et Berlin. Armé d'alternateurs puissants de haute fréquence de son invention et de plus d'un dispositif ingénieux d'Elihu Thomson produisant les mêmes courants par des moyens plus simples, Tesla a mis en lumière toute une série de phénomènes tant de l'ordre physique que de l'ordre biologique dont quelques uns étaient prévus; les autres tout nouveaux méritent une grande attention.

Tesla produit les courants de haute fréquence par deux séries de moyens :

1° Avec des alternateurs mécaniques spéciaux engendrant directement des courants de 20.000 alternances;

2° En utilisant la propriété que possède un condensateur de donner une décharge oscillante dans certaines conditions.

Toutes les expériences faites avec la première série d'instruments peuvent être reproduites avec le second dispositif; aussi étudierons-nous exclusivement ce dernier dont l'agencement est d'ailleurs facile dans tous les laboratoires; l'idée première en est due à Elihu Thomson.

Feddersen (2) trouva le premier que la bouteille de Leyde donne dans certains cas une décharge oscillante;

(1) *Bulletin de la Société internationale des Electriciens*. Paris, avril, 1892.
(2) *Poggendorff Annalen*. T. CIII, p. 69.

il reconnut que la durée des oscillations ne dépend que des constantes du circuit de décharge et de la capacité. On aura une décharge oseillante tant que

$$R < \sqrt{\frac{4L}{C}}$$

L'année dernière. Fleming et Kilgour (1) ont trouvé que la durée de la période d'une oscillation dans une telle décharge est donnée par la relation :

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

Le nombre des oscillations par seconde ou *fréquence* de la décharge sera donc :

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

L coefficient de self-induction du circuit de décharge : C capacité du condensateur ; R résistance du circuit de décharge.

Avec une jarre ordinaire d'une capacité voisine de $\frac{1}{2}.\ 10^{-2}$ microfarad, on pourra avoir une fréquence de plus d'un demi-million.

Elihu Thomson utilise donc cette propriété des condensateurs pour obtenir une haute fréquence, et d'autre part pour arriver à la haute tension nécessaire à ces expériences, il lance la décharge oscillante dans le primaire d'un transformateur de haut isolement ; et il obtient

(1) *Société de Physique de Londres*, 18 décembre 1891.

ainsi dans le secondaire un courant de haute tension et de haute fréquence.

Tesla qui, avons-nous dit, emprunte à Elihu Tomson ce dispositif, charge le condensateur avec une bobine d'induction genre Ruhmkorff, alimentée par des piles ou par une dynamo alternative quelconque.

D'Arsonval, qui a utilisé les mêmes moyens pour ses recherches d'électrophysiologie, nous a montré dans son laboratoire du Collège de France les dispositifs qu'il emploie.

Premier dispositif (*fig.* 4). - Une dynamo alternative Siemens *A* envoie son courant dans le circuit primaire P_1 d'une bobine d'induction T_1 de haut isolement. Le courant induit eans le secondaire S_1 a la même fréquence que le courant de la machine, mais une tension beaucoup plus élevée.

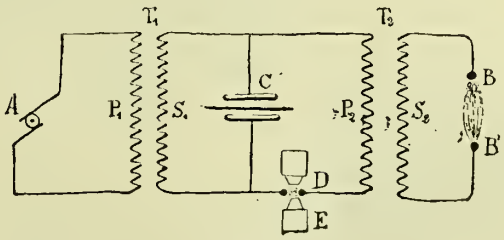


Fig. 4.

Ce courant sert à charger un condensateur *C* dont la décharge rendue oscillante par les conditions spéciales de résistance et de self induction du circuit est envoyée dans le primaire P_2 du transformateur T_2. Une coupure

ménagée dans le circuit en *D* donne lieu à la production d'un flux continu d'étincelles qui éclatent entre les deux pôles d'un fort électro-aimant. Cette disposition a pour effet d'accroître la fréquence.

Le transformateur T_2 produit un courant de très haute tension et de très haute fréquence. Son enroulement primaire compte 25 tours de gros fil logés à l'intérieur d'une bobine en ébonite qui le sépare du secondaire formé de 150 spires de fil fin isolé à la soie (rapport de transformation, 6). Le haut isolement nécessaire s'obtient en plongeant le transformateur dans un bain de valvoline (huile minérale).

Second dispositif (*fig.* 5). — Il ne diffère du premier que par la substitution au transformateur T_1 d'une bobine d'induction, genre Ruhmkorff, alimentée par des accumulateurs et la suppression de l'électro-aimant *E*.

Nous renverrons pour l'étude des phénomènes physiques produits par ces courants aux conférences de Tesla, et nous n'insisterons que sur les faits physiologiques.

Quand on touche avec la main une seule des bornes de la bobine de haute fréquence T_2, on n'éprouve pas de douleur malgré la haute tension produite; le flux électrique qui se manifeste sous forme d'étincelles et d'effluves de dix à quinze centimètres de longueur ne fait aucun mal. Cependant la décharge peut brûler si elle éclate d'une façon prolongée sur le même point de la main. On n'éprouvera aucune souffrance si on reçoit cette décharge sur une baguette métallique assez grosse,

tenue à pleine main, parce qu'elle se répartit alors sur une surface cutanée plus étendue.

« Malgré le fait de l'énorme différence de potentiel, dit Tesla, on sent modérément le passage de la décharge au travers du corps, pourvu que les mains soient protégées. Ceci est dû jusqu'à un certain point à la très haute fréquence, mais surtout à ce qu'il y a moins d'énergie disponible dans le circuit extérieur quand la différence de potentiel atteint ces valeurs énormes, en raison de ce fait que *l'énergie absorbée dans la bobine croît comme le carré du potentiel.* Jusqu'à un certain point, l'énergie disponible extérieurement croît avec le potentiel, mais ensuite elle décroît rapidement.

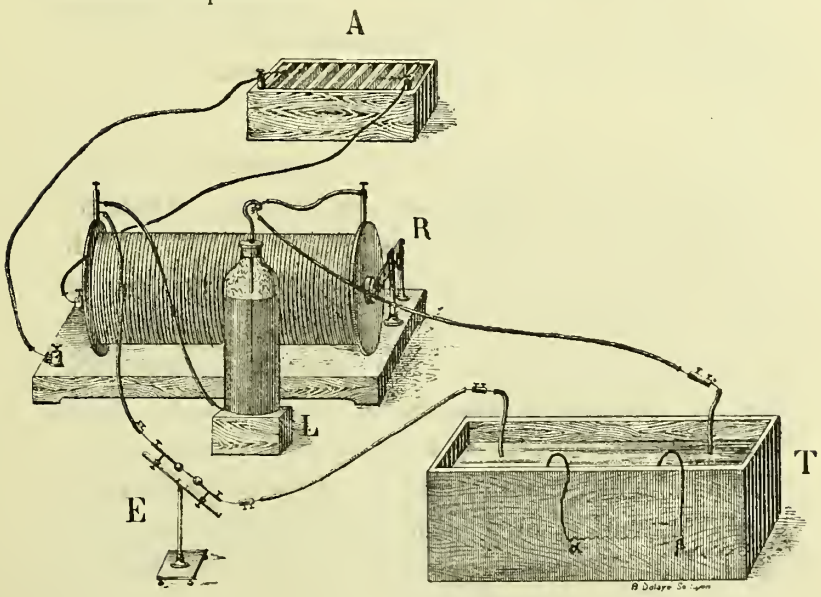


Fig. 5.

« Ainsi avec la bobine à haute tension, ce curieux paradoxe se présente : avec un courant primaire donné, la décharge peut être mortelle, tandis qu'avec un courant de tension beaucoup plus forte, elle peut être sans danger à la même fréquence. Avec de hautes fréquences et de très hauts potentiels, quand les

bornes ne sont pas reliées à des corps d'une certaine dimension, toute l'énergie fournie est dépensée pratiquement dans la bobine.

« Il n'y a pas de rupture ni de dommage local, mais tout l'appareil, isolant et conducteur chauffe uniformément.

« Pour éviter tout malentendu en ce qui concerne les effets physiologiques des courants alternatifs de très haute fréquence, je crois nécessaire d'établir que c'est un fait indéniable qu'ils sont incomparablement moins dangereux que ceux de basse fréquence, mais qu'il ne faut pas cependant les imaginer sans danger. Et ce qui vient d'être dit se rapporte uniquement aux courants d'une bobine ordinaire de haute tension, qui sont nécessairement très faibles; pour ceux d'une machine ou d'un circuit secondaire de basse résistance, ils produisent des effets plus ou moins puissants et peuvent causer un mal sérieux, surtout quand on se sert en même temps de condensateurs. »

On voit que Tesla donne ici l'explication des faits qu'il cite, et qu'il la base sur l'absorption de l'énergie dans la bobine avec les hautes tensions employées. Il est des cas, cependant, où l'énergie absorbée par le circuit extérieur est considérable sans que pour cela l'effet physiologique soit bien marqué. L'expérience suivante que nous a indiquée d'Arsonval et que nous avons faite sur nous-même le montre clairement.

Tenant d'une main la borne B du secondaire du transformateur T_2 et de l'autre l'extrémité d'un circuit où se trouve intercalée une série de cinq à six lampes à incandescence ordinaires, on ferme sur la borne B' l'autre bout du circuit des lampes. Malgré l'énorme résistance de ce circuit, les lampes s'allument et l'énergie nécessaire à cet effet traverse intégralement le corps de l'expérimentateur. Cependant pas de douleur, pas de sensation même.

Dans les expériences de Tesla, la tension (calculée d'après la longueur de la décharge) était de 70.000 volts environ; dans celles de d'Arsonval, elle pouvait atteindre un demi-million de volts. La fréquence dans ces dernières atteignait 700.000 et l'intensité du courant un ampère.

L'innocuité de semblables décharges est faite pour étonner le physiologiste.

« Je ne vois, dit d'Arsonval (1), que deux explications possibles de ces effets inattendus; une physique bien démontrée, l'autre physiologique.

« Nous savons que les courants à alternances rapides n'obéissent pas à la loi d'Ohm $I = \frac{E}{R}$ qui régit les courants continus. Le courant alternatif se porte surtout à la surface du conducteur comme l'électricité statique. Sa pénétration dans le conducteur est d'autant moindre que la fréquence est plus grande. Lorsque la fréquence est suffisante par conséquent, le courant passant par le corps d'un être vivant ne pénètrera pas et s'écoulera tout entier par la surface sans intéresser les masses musculaires et les nerfs situés plus profondément...

« Ou bien les tissus ne sont plus excitables par des chocs suffisamment rapides. C'est ainsi que le nerf auditif n'est impressionnable que pour des vibrations sonores comprises entre 30 et 30.000 par seconde; la rétine pour des vibrations lumineuses comprises entre 497 billions (rouge) et 728 billions par seconde (violet). Peut-être en est-il de même pour les oscillations électriques qui demandent des fréquences déterminées pour influencer notre système sensitivo-moteur. »

La première explication de d'Arsonval n'a que la valeur d'une hypothèse; à vrai dire, à mesure que croît le potentiel, le transformateur de haute fréquence

(1) *Sur les Effets Physiologiques comparés de divers modes d'Electrisation.* (*Bulletin de l'Acad. de Méd*, 22 mars 1892).

acquiert de plus en plus les propriétés d'une machine statique, mais tout le monde sait que la décharge d'une telle machine est très douloureuse quand elle atteint une longueur d'une dizaine de centimètres, et telle est celle du transformateur de haute fréquence.

La deuxième hypothèse séduit de prime abord parce qu'elle rapproche les mouvements vibratoires électriques des autres mouvements vibratoires de l'ordre physique; mais elle n'a que la valeur d'une explication par analogie. Rien ne prouve, en effet, que si, pour l'ouïe et la vue il existe un champ de sensibilité en dehors duquel nos appareils sensoriels ne répondent plus aux excitations extérieures, il en soit de même pour les sensations électriques.

Une autre explication purement physique a été donnée par W. Korthals (1). Elle est basée sur l'existence pour le corps humain d'une capacité électrostatique ; ce facteur est fort mal connu, mais son existence même ne peut être mise en doute.

Quand, suivant Korthals, on saisit avec les mains les deux bornes d'une bobine de haute fréquence, ce n'est pas une différence de potentiel d'une centaine de milliers de volts qui est appliquée au corps humain, mais la *tension efficace* a une valeur infiniment moindre; d'où l'innocuité de la décharge.

Cette tension efficace, Korthals l'appelle *tension du corps;* pour lui, c'est le quotient de la différence de potentiel entre les deux électrodes, par la somme de la résistance du corps et de celle que présente le contact entre les électrodes et la peau.

(1) *Elektroteknische Zeitschrift*, 5 août 1892.

« Nous allons examiner, dit Korthals, les relations qui existent entre la tension à laquelle est soumise le corps et celle de la source. Dans le cas de courant continu, la tension du corps est évidemment égale à la différence de potentiel des conducteurs qui touchent celui-ci, mais avec le courant alternatif la relation est plus compliquée.

« Dans ce dernier cas, il faut tenir compte de la capacité du corps, qui n'intervient pas lorsque l'on considère le courant continu. Le corps agit comme un condensateur et les conditions dans lesquelles il se trouve, lorsqu'on le met en contact avec une source de courants alternatifs, peuvent être représentées par un schéma tel que la *fig.* 6, où C est la capacité, r la résistance du corps, R la résistance du circuit extérieur et L son coefficient de self-induction.

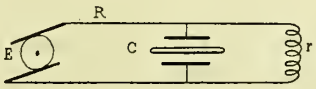


Fig. 6.

« Tout d'abord le schéma indique que la tension du corps est équivalente à la différence de potentiel aux bornes du condensateur de capacité C; appelons E_c sa valeur maxima. Il s'agit donc de trouver le rapport entre E_c et la tension E de la source. Blakesley donne la solution de ce problème par une construction graphique que nous donnons ici.

Voici en quoi consiste ce mode de représentation (*fig.* 7).

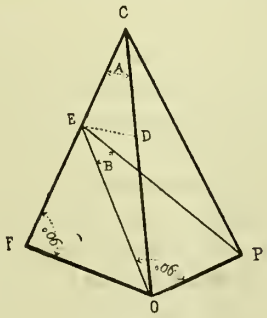


Fig. 7

$$C\,E = E_c \qquad (1)$$

$$\frac{C\,E}{E\,F} = \frac{r}{R} \qquad (2)$$

$$\text{tang}\,\alpha = C\,\pi\,z\,\frac{R\,r}{R+r} \qquad (3)$$

z nombre d'alternances par seconde ;

$$\text{angle } C\,F\,O = 90^\circ \qquad (4)$$

$$\text{angle } E\,O\,P = 90^\circ \qquad (5)$$

$$\text{tang}\,\beta = \frac{L\,\pi}{T\,R} \qquad (6)$$

T durée d'une demi-période;

$$C\,P = E \qquad (7)$$

« Pour le cas où il n'y a pas de self-induction, c'est-à-dire pour $L = O$ et $\beta = O$, $C\,O$ représente la tension E. On obtient donc les formules suivantes :

$$E_c = C\,D \cos \alpha$$

$$C\,D = \frac{r}{R+r}\,E$$

$$\text{Tang}\,\alpha = C\,\pi\,z\,\frac{R\,r}{R+r}$$

« Si le corps humain ne possédait pas de capacité, on aurait $\alpha = O$, $\cos \alpha = 1$ et $E_c = C\,D$; dans ce cas, $C\,D$ représente la tension du corps.

« E_c dépend de deux facteurs, $C\,D$ et $\cos \alpha$. $C\,D$ est déterminé par la valeur de R; nous l'appellerons le facteur de la capacité, parce qu'il n'intervient que si le corps présente de la capacité. Il diminue lorsque α croît, et α augmente avec R et la fréquence z.

« Ces relations nous permettront d'expliquer pourquoi Tesla put impunément toucher les bornes d'une bobine donnant 70000 volts. La très grande fréquence employée ($z = 300.000$), de même que la grande résistance de la bobine ($R = 9000$ ohms) donnent à tangα et par conséquent à α une valeur si considérable que le facteur $\cos \alpha$ devient très petit.

« La valeur de E_c est donc tellement faible que la tension est inoffensive pour le corps. Nous ne connaissons pas la valeur de C, mais nous pouvons admettre une certaine valeur de E_c, en tirer la valeur de C et vérifier si celle-ci donne en effet pour un nombre d'alternances plus faible une tension suffisante pour amener la mort. »

Korthals prend pour base de son calcul les valeurs suivantes :

$R = 9.000$ ohms.
$E = 100.000$ volts.
$r = 1.000$ ohms.
$\zeta = 300.000$ alternances.
$L = 0$

et il admet que la tension maximum E_c que Tesla avait à supporter ne dépassait pas 100 volts. Il trouve alors qu'il suffit d'une capacité de 0,118 microfarad pour abaisser la *tension du corps* à 100 volts malgré l'énorme tension de la bobine.

Telle est l'explication de Korthals ; elle s'accorde parfaitement avec les valeurs des constantes dans les expériences de Tesla et semble inattaquable dans ce cas particulier; mais il n'en est pas de même si nous appliquons les formules de Korthals aux expériences de d'Arsonval.

Dans l'expérience de d'Arsonval décrite précédemment, la valeur de R, résistance du circuit intérieur est très faible, elle ne dépasse pas deux ohms.

D'autre part, nous savons que la résistance r du corps humain est d'un millier d'ohms environ, donc la formule

$$\text{tang}\,\alpha = C\,\pi\,\zeta\,\frac{R\,r}{R+r}$$

se réduit dans ce cas :

$$\text{tang } \alpha = C \pi \zeta R$$

Les données de l'expérience sont les suivantes :

$R = 2$ ohms
$r = 1.000$ ohms
$C = 0,118 \times 10^{-6}$ (0,118 microfarad)
$E = 10^5$ volts (cent mille)
$\zeta = 10^6$ (un million).

Reportant ces valeurs dans la formule précédente, nous trouvons :

$$\text{tang } \alpha = 0,74104$$

d'où

$$\cos \alpha = 0,8$$

et comme

$$E_c = E \cos \alpha$$
$$E_c = 80.000 \text{ volts.}$$

tension tellement élevée qu'on ne peut admettre qu'elle ne produise rien, d'où nous concluons que l'explication de Korthals sur l'innocuité des courants de haute fréquence est tout à fait insuffisante.

Steinmetz (1) a tenté tout récemment de démontrer que si, dans l'expérience de Tesla, le courant de haute fréquence est inoffensif, c'est que son intensité est très faible ; il serait tout à fait comparable à la décharge d'une machine statique, qui, au potentiel de 100.000 volts, ne produit pas la mort. Aux arguments de Steinmetz, nous

(1) *Elektrotcknische Zeitschrift*, 16 sept. 1892.
Industria, Milano, 13 novembre 1892.

objecterons que d'Arsonval a constaté dans ses expériences une intensité d'un ampère pour le courant de haute fréquence, et que, d'autre part, le calcul de l'auteur allemand est entaché d'une erreur grossière qui enlève toute valeur à ses conclusions. Dans l'évaluation de l'énergie des expériences de Tesla, Steinmetz estime que la dynamo mue par un moteur de 10 chevaux fournissait un courant de 10 ampères à 100 volts, c'est-à-dire 1.000 watts.

En réalité, l'énergie électrique développée par un moteur de 10 chevaux vapeur, monte à 6.624 watts avec un rendement de 90 o/o, c'est-à-dire à six fois plus que ne l'admet Steinmetz.

La théorie de Steinmetz ne subsiste donc pas, et nous constatons que le champ reste ouvert aux explications. L'avenir semble réservé aux courants de haute fréquence pour l'éclairage ; en dehors des autres propriétés précieuses qu'ils présenteut, leur innocuité au point de vue physiologique, même aux plus hautes tensions, serait un avantage considérable pour leur emploi dans les services publics.

Mécanisme de la mort. — Nous venons de voir l'importance des constantes physiques du courant quand il produit la mort ; il nous reste à en étudier le mécanisme.

D'après d'Arsonval (1), la mort peut se produire de deux façons :

1° Par action directe (effets disruptifs de la dé-

(1) Rapport sur l'Electrophysiologie au Congrès des Electriciens, 1891.

charge qui agissent mécaniquement pour détruire les tissus) ;

2° Par action réflexe (ou indirecte) en agissant sur les centres nerveux pour amener des phénomènes d'inhibition.

D'après les expériences de d'Arsonval, la décharge statique produit des effets disruptifs quand son énergie atteint 3 kilogrammètres environ. Si cette décharge atteint le bulbe, on conçoit la suspension des fonctions de cet organe par altération de ses éléments anatomiques. Quand, au contraire, l'énergie de la décharge est insuffisante pour amener ces altérations mécaniques, elle produit par excitation du bulbe les phénomènes d'inhibition obtenus par Brown-Séquard en irritant mécaniquement le bulbe : inhibition respiratoire et cardiaque, ecchymoses sous-pleurales, emphysème pulmonaire, paralysies, arrêt des échanges ; ce mode d'action semble être celui qu'on observe dans les accidents causés par les courants électriques.

Nous distinguerons donc deux cas :

1° La mort instantanée avec perte irrémédiable des fonctions physiologiques par altération des éléments anatomiques du bulbe. Nous l'appellerons *fulguration*. C'est le *modus moriendi* qu'on observe avec la foudre et dans les expériences avec des décharges statiques puissantes.

2° La mort qui n'arrive que secondairement, par inhibition des fonctions rerpiratoire et cardiaque, par axphyxie, par conséquent ; c'est là le mécanisme de la mort par les courants électriques ; nous l'appellerons *sidération*.

Sur ce point deux théories en présence. Nous venons de voir que d'Arsonval rattache aux centres cérébro-spinaux ces phénomènes inhibitoires, qu'il donne une origine bulbaire à ces actions d'arrêt, qui paralysent à la fois le cœur et la respiration. Pour Tatum (1), cette « action réside à l'intérieur même du cœur et le mécanisme inhibitoire externe ne joue qu'un rôle faible ou nul ».

Cette conclusion, Tatum la tire d'expériences faites avec des courants puissants sur des chiens atropinisés ou curarisés. On sait que les physiologistes supposent que l'atropine et le curare abolissent l'action inhibitoire du pneumogastrique. Un chien était profondément atropinisé ; deux autres complètement paralysés par le curare (seuls les battement du cœur persistaient, et on entretenait artificiellement la respiration). L'application d'un courant mortel faite entre la tête et la cuisse produisit la mort comme d'ordinaire, sans que son action semblât modifiée. L'éthérisation parut aussi sans influence sur le résultat mortel.

Bien plus, Tatum pratique chez deux chiens la section du pneumogastrique au cou avant de faire passer le courant mortel ; le résultat ne fut pas influencé d'une manière apparente.

Si ces phénomènes inhibitoires sont d'origine bulbaire comme le veut d'Arsonval, ils sont produits par l'action directe du flux électrique sur la cellule nerveuse et ne sont pas le fait d'une lésion créée mécaniquement par le passage du courant à travers cet organe. Cependant,

(1) Edward Tatum. — *Death from electrical currents* — *New-York Medical Journal*, 22 février 1890.

dans plusieurs électrocutions, on a trouvé des lésions bulbaires à l'autopsie.

Le docteur Mac Donald (1), note dans le cas de William Kemmler « des hémorrhagies capillaires sur le plancher du quatrième ventricule, ainsi que dans le troisième ventricule et la portion antérieure du ventricule latéral. Les espaces circumvasculaires semblent distendus pour le sérum et le sang ».

Chez Schichiock Jugigo, il trouve « que le plancher du quatrième ventricule dans sa moitié supérieure présente quelques vaisseaux dilatés, et que du côté gauche il y a un certain nombre de petites taches étoilées d'un à deux millimètres de diamètre. ».

Au microscope, on reconnaît que ces taches sont constituées par de petites masses de globules rouges extravasés, situées, pour la plupart, dans les espaces périvasculaires, immédiatement au-dessous de l'épendyme.

Les figures (2) montrent la distribution et le caractère de ces hémorrhagies si clairement qu'une description est inutile. Quelques-unes de ces extravasations sont plus profondément situées et présentent un intérêt marqué par leur position au niveau de groupes importants des noyaux de la moelle.

La planche montre l'une de ces hémorrhagies située au niveau du noyau du pneumogastrique et d'autres plus petites au niveau du noyau de l'hypoglosse. L'extravasation située près du pneumogastrique est limitée par

(1) Dues au crayon du docteur Van Gieson.

(2) *The Death Penalty by Electricity — New-York Medical Journal*, 14 mai 1892.

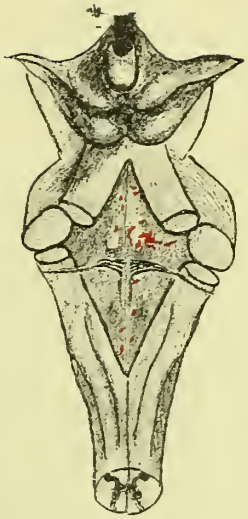


Fig. a

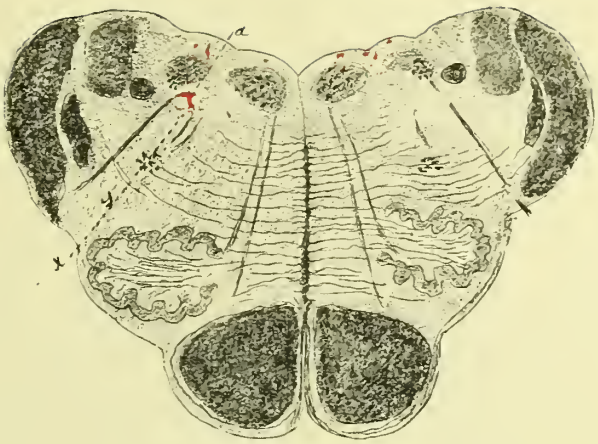


Fig. b

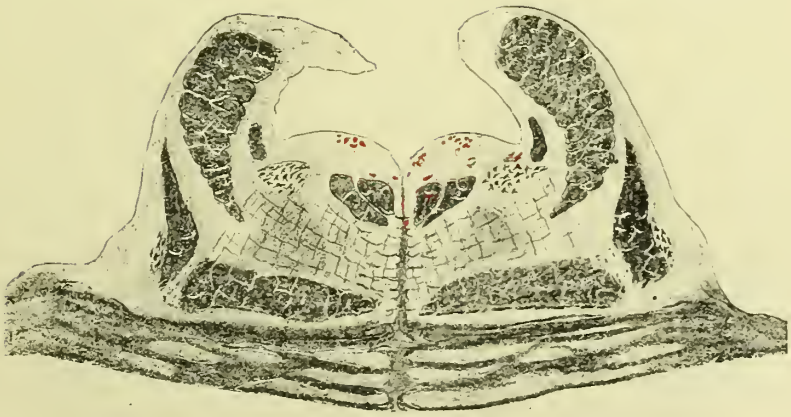


Fig. c

ROYAL COLLEGE OF SURGEONS
22 JAN 96
LIBRARY

l'espace périvasculaire de l'artère latérale médiane de la moelle.

Ces hémorrhagies semblent dues au passage du sang le long des espaces périvasculaires et à sa pénétration dans les tissus à la suite de la rupture d'une petite veine ou d'un capillaire.

Mais quant à savoir s'il faut attacher une signification spéciale à ces hémorrhagies, quant à savoir si elles sont produites par action directe du courant ou par une contraction intense des muscles des artérioles ou encore par les manipulations qu'ont fait subir au cerveau, voilà autant de points difficiles à résoudre. »

Quelle que soit la signification de ces lésions bulbaires, on ne peut leur attribuer une importance capitale, car nous verrons en étudiant l'anatomo-pathologie, qu'elles ne sont pas constantes. Peut-être une des meilleures preuves de l'action inhibitrice primitive du courant sur le bulbe se trouve-t-elle dans quelques-unes de nos observations cliniques, où, parmi les symptômes dominants chez la victime, on a trouvé un schock très marqué.

Que penser de l'opinion de Tatum, pour qui la mort est due « à une action directe sur le tissu musculaire du cœur plutôt qu'à un mécanisme d'ordre nerveux ? »

Les expériences d'où Tatum tire cette conclusion ne nous semblent pas absolument démonstratives : cet auteur dit avoir trouvé que l'application des électrodes sur la région précordiale est le mode qui lui a donné les résultats mortels les plus rapides et les plus décisifs.

Nous observons, par contre, que dans l'électrocution

de Mac Elvaine, au premier contact, quand on fit passer le courant d'un bras à l'autre, on n'obtint pas un résultat aussi prompt qu'en faisant passer le courant de la tête à la cuisse. Dans les deux cas le cœur est directement traversé par le courant, mais dans le second le bulbe est plus particulièrement intéressé.

Examinons une dernière hypothèse de Tatum, d'après laquelle le cœur ne jouerait, au moment du passage d'un courant mortel à travers l'organisme, qu'un rôle purement passif.

« Du fait qu'immédiatement après la mort on trouve les deux ventricules distendus et pleins de sang, il est permis de supposer que ce résultat peut être produit d'une manière purement mécanique. La descente soudaine du diaphragme sous l'action d'un courant puissant, peut, en cessant tout à coup d'exercer à la surface du cœur la pression sous laquelle il travaille normalement, le dilater au-delà de sa puissance de réaction ». Cette supposition s'accorde avec les cas où à l'autopsie on trouve le cœur arrêté en diastole, mais nos recherches nous ont montré de nombreuses exceptions. Nous verrons, entre autres, au chapitre IV, qu'on a trouvé l'arrêt en systole et le cœur vide dans les autopsies de Francisco Casado, de William Meyer, de Frédéric Witte, de Kenarec.

Enfin pour Philip Donlin (1) l'action du courant électrique mortel atteindrait d'abord le sang « primitivement lésé, et secondairement seulement les centres nerveux

(1) *The pathology of death by electricity.* — Séance de la Société de Médecine légale de New-York, 20 nov. 1889.

et les cellules nerveuses. » Rien en vérité n'autorise semblable supposition.

L'examen microscopique ne nous a révélé aucune altération des éléments histologiques du sang des animaux que nous avons foudroyés dans nos expériences personnelles ; les conclusions d'examens analogues pratiqués par Tatum, van Gieson, Mac Donald, sont aussi négatives. L'altération du sang se retrouve seulement dans les tissus directement soumis à l'action électrolytique, dans le voisinage immédiat du point d'application des électrodes, et les caillots qu'on trouve en ces points limités ne jouent aucun rôle dans le *modus moriendi* de la victime.

La Physiologie est jusqu'ici impuissante à nous découvrir clairement le mécanisme intime de la mort par les courants électriques ; elle nous donne seulement de fortes présomptions en faveur du mécanisme de l'inhibition primitive des noyaux bulbaires qui président aux mouvements du cœur et de la respiration, et de l'asphyxie qui en résulte secondairement.

Mais nous tirerons de l'étude des chapitres suivants consacrés à la clinique et à l'anatomopathologie un faisceau de preuves qui, par leur enchaînement inéluctable, nous amènera à formuler nos conclusions dans ce sens.

CHAPITRE III

—

ELECTRO-PATHOLOGIE

Classification étiologique des accidents. — Observations. — Symptômes observés à l'examen clinique.

Classification étiologique. — Le contact avec un conducteur parcouru par un courant de haute tension est loin de produire la mort dans tous les cas. L'énergie électrique disponible restant la même, les faits nous montrent que le nombre des alternances par seconde, la nature du contact, sa durée, la position de la victime sur un sol bon conducteur ou non, etc., sont des facteurs importants qui déterminent la gravité de l'accident.

On cite des cas où un ouvrier placé sur un sol bien isolé a pu toucher dans un mouvement rapide et avec un doigt bien sec la borne d'une dynamo alternative, marchant à 2.500 volts, sans éprouver autre chose qu'une commotion douloureuse; alors que dans des circonstances légèrement différentes en apparence, sur un sol humide ou constitué par une surface métallique formant ce que les électriciens appellent « une terre », l'ouvrier

prenant contact avec la main légèrement humide de sueur, sera instantanément foudroyé. Entre ces deux cas extrêmes se présente toute une série intermédiaire d'accidents dont la gravité varie suivant les causes que nous avons signalées et d'autres encore que nous nous proposons d'étudier ici.

La description des symptômes cliniques et des lésions observées, le schock, les brûlures, les phénomènes nerveux consécutifs méritent par leur originalité, leurs caractères spéciaux, un chapitre à part dans la pathologie. Parmi ces symptômes et ces lésions, les uns comme les brûlures relèvent de la pathologie externe, les autres de la pathologie interne; de même qu'il existe un chapitre de la physiologie où l'on a classé les phénomènes multiples relevant de l'action de l'électricité sur l'organisme, l'électro-physiologie, de même nous pensons qu'on pourra faire sous le nom d'électro-pathologie un chapitre spécial où sera étudiée la pathologie des accidents électriques.

Au point de vue étiologique, nous pourrions diviser ces accidents d'après la nature du courant qui lui a donné naissance, et nous aurions alors les accidents causés par :

1° les courants continus;

2° les courants redressés;

3° les courants alternatifs ;

Mais la clinique semble jusqu'ici relever peu de différence dans les effets de ces trois sortes de courant, et, si nous nous basons plutôt sur les caractères qui déterminent la gravité de l'accident, nous aurons la classification étiologique suivante.

A. — 1° Le corps de la victime a constitué par un double contact un court circuit entre deux conducteurs voisins à des tensions différentes.

B. — 2° Le corps de la victime a constitué un circuit dérivé entre deux points d'un même conducteur.

C. — 3° Le corps de la victime a constitué une dérivation d'un conducteur à la terre.

Observations. — Nous citerons des observations se rapportant à ces trois catégories d'accidents.

1° Accidents se rapportant à la classe *A*.

Observation II B

(*Traduite de l'anglais — Boston medical and surgical journal.*)

La victime, M. F., électricien, âgé de 35 ans, raconte au Dr Ph. Coombs Knapp, son accident dans la lettre suivante:

Boston, Massachussetts, 27 décembre, 1889.

Mon cher monsieur,

« En réponse à votre demande, je vous écris, avec grand plaisir, un récit de la décharge électrique que j'ai reçue au printemps. Elle a été causée par contact avec des conducteurs où circulait un courant alternatif de 1000 volts.

Le courant était fourni par une machine alternative Thomson Houston de 500 lampes, située à 250 pieds du point où a été reçue la décharge, et marchant au potentiel un peu élevé qu'on emploie pour l'éclairage industriel. J'étais en train de travailler pour ma

thèse dont le sujet est (du *Rendement des Transformateurs*) quand je reçus la décharge du fil primaire qui est relié au commutateur du transformateur. A ce point, le potentiel est de 1000 volts, détermination ayant été faite un grand nombre de fois par diverses méthodes ; le transformateur fonctionnait dans les conditions commerciales, et son fil primaire était par conséquent au potentiel toujours employé en travail industriel. J'avais oublié, par une véritable négligence, de rompre le circuit avant de manier les fils.

Les deux fils, avec une différence de potentiel de 1000 volts entre eux, pendaient librement du plafond, quand je pris l'un d'eux dans ma main et le reliai, au moyen d'un serre-fils ordinaire, au circuit du transformateur, ceci fait, je saisis à pleine main le serre-fil ; j'avais établi ainsi un bon contact avec le fil parcouru par le courant, quand soudain, l'autre fil en oscillant vint toucher le dos de mon autre main ; le courant électrique ainsi envoyé entrait par un bras, passait à travers le corps et, sortait par l'autre bras.

Mon bras subit une *torsion extrêmement douloureuse* ; je fus renversé en arrière, contre une table éloignée de trois pieds, et je perçus au même instant *une lueur éclatante* due probablement à l'action de l'électricité sur le nerf optique. Je n'eus absolument aucune brûlure.

Je me remis immédiatement ; je me sentais un peu étourdi et mes sens étaient légèrement obnubilés, j'étais faible et peu solide sur mes jambes; mes bras et mes jambes tremblaient légèrement. Je m'étendis trois ou quatre minutes sur un fauteuil, et ayant alors poursuivi mon travail, je me sentis absolument bien, si ce n'est un peu fatigué.

Je réfléchis peu à ce fait sur le moment, mais il me fut impossible de découvrir le plus léger malaise produit par la décharge. J'avouerai que celle-ci n'a point été aussi forte que celles que j'ai éprouvées plusieurs fois avec un courant directe à la pression de 500 volts.

Ce cas et mille autres semblables qui se présentent constamment mettent en évidence ce fait que la pression (1) seule, aux points

(1) Le terme de pression électrique qui revient souvent sous la plume des électriciens américains est pour eux synonyme de force électro-motrice.

de contact, ne donne pas nécessairement la mesure de l'effet sur le corps, mais que le degré de perfection de ce contact et toutes les circonstances de l'accident doivent être rapportés pour qu'on puisse en estimer le résultat avec quelque vérité. »

Ce cas nous montre que la formation d'un court circuit avec des courants de haute détension peut ne pas amener d'effet mortel, ni même de brûlure pour la victime, si le contact est imparfait et de peu de durée.

Voici une deuxième observation rentrant dans la même classe d'accidents, mais où la différence de potentiel entre les deux conducteurs n'était que de 100 volts. Nous devons cette observation à l'obligeance de M. Ch. Noyer, maire de Dieulefit (Drôme) où le fait s'est produit. Commençons par dire que l'usine hydraulique de Béconne, située à 4 kilomètres de Dieulefit, lui envoie un courant alternatif de 2000 volts. Là la tension est abaissée par des transformateurs à 100 volts, et c'est ce courant de 100 volts qui circule par des fils nus dans les rues de la ville. Le nombre des alternances par seconde est de 10.

Observation III

Accident à Dieulefit (Drôme).

Un ouvrier maçon, ne voulant pas croire que ces fils de cuivre qu'il voyait devant sa fenêtre, pussent avoir une action quelconque, résolut de s'en convaincre par lui-même. A cet effet par une belle soirée de septembre, il s'enferma dans sa chambre et après s'être mis en toilette de nuit, ouvrit sa fenêtre et tendit sa main droite vers l'un des fils du courant secondaire, distant d'environ un mètre de sa fenêtre.

Comme il n'éprouvait aucune sensation, il avança la main gauche vers l'autre fil ; aussitôt ses doigts se crispèrent ; il saisit malgré lui les deux fils, et le voilà traversé par le courant alternatif de 100 volts, sans qu'il puisse s'en défendre. Il pousse des cris de douleur, mais comme il est onze heures du soir et que le quartier est désert, il faut un certain temps aux voisins pour accourir et, pour comble, une fois qu'ils sont là, après avoir été obligés d'enfoncer la porte du patient pour le secourir, ils perdent leurs forces dès qu'ils touchent le malheureux : lui-même finit par les supplier de le laisser tranquille, bien qu'il continuât à hurler de douleur.

Il ne put lâcher prise qu'au bout d'nn quart d'heure, quand on eût téléphoné à l'usine de Béconne d'arrêter le courant.

La victime a conservé les bras roides un temps assez long.

Cette observation met en évidence les spasmes tétaniques des muscles fléchisseurs des doigts et de l'avant bras sous l'action du courant alternatif. Pour un courant de 100 volts, pas de lésions, accident sans conséquences.

Observation IV

(*Due à M. Otto Blathy, ingénieur de la* Cie *Ganz-Zipernousky — Buda-Pesth*)

Un ingénieur rompit accidentellement avec les deux mains un arc électrique allumé par un courant alternatif de 550 volts environ. Il aut renversé à terre ; mais il se remit aussitôt debout, et ne ressentit aucun trouble.

Nous citerons une observation analogue que nous avons recueillie nous-même de la bouche de la victime et qui appartient toujours à la catégorie des accidents où le corps de la victime a formé un court circuit entre deux conducteurs à des potentiels différents.

Observation V (personnelle)

(*Accident arrivé à Lyon*)

Observation due à l'obligeance de M. V...

M. V..., ingénieur électricien, dirigeait il y a quelques années l'installation d'éclairage électrique des magasins du Petit Lyonnais. Cette installation se composait d'une vieille machine magnéto-électrique de l'Alliance, alimentant deux foyers à bougies Jablochkoff (courant redressé).

M. V... s'amusait un soir, tenant un charbon de la bougie Jablochkoff dans chaque main, à allumer un arc entre eux; il était en train de les écarter au maximum, quand l'arc se rompit, et l'ingénieur *tomba sur le sol sans connaissance*. Au moment de la décharge, il ne ressentit absolument *aucune douleur* : il tomba comme une masse *sans éprouver de sensation d'aucune sorte*.

M. V... reprit connaissance quelque temps après l'accident; il ne peut estimer combien de temps il resta ainsi évanoui, mais il ne croit pas que ce temps excéda quelques minutes.

Pas de brûlures, ni de lésions d'aucune sorte.

Trouble nerveux très marqué pendant la nuit qui suivit ; agitation, insomnie.

Consécutivement, troubles nerveux qui ont persisté plusieurs mois, mais qui peuvent être mis aussi sur le compte de causes morales.

Dans ce cas, M. V..., avant la rupture de l'arc, constituait un circuit dérivé, l'arc lui-même constituait un circuit principal. Au moment de la rupture de l'arc le courant tout entier a traversé son corps. Peut-on attribuer la syncope qui s'est produite à une action tétanisante du courant sur le cœur ayant déterminé secondairement, par interruption de l'arrivée du sang artériel dans le

cerveau, une cessation momentanée de ses fonctions, l'abolition de la sensibilité, de la motricité, de l'intelligence.

Evidemment non, car, par un tel mécanisme, l'abolition des fonctions cérébrales n'eût pas été assez rapide pour empêcher la douleur d'être perçue. Or, la victime n'a éprouvé aucune sensation, et ceci ne peut s'expliquer que par une inhibition des fonctions cérébrales autrement rapide, puisque la durée de l'acte inhibitoire, lui-même, a été moindre que celle du trajet de l'impression nerveuse au cerveau, soit 7/100 de seconde environ.

Quant au mécanisme intime de cette abolition subite des fonctions cérébrales, la physiologie ne l'a point encore fait connaître. Le flux électrique agit-il directement sur la cellule nerveuse par une action polarisante? Une expérience du Dr George Fell (1), président de la Société américaine de micrographie, a montré l'action directe sur le protoplasma cellulaire ; Fell fait passer un faible courant dans le liquide qui contient un amibe sur la platine du microscope; à la fermeture du courant on observe une contraction instantanée du protoplasma, et la mort de la cellule si le courant croît légèrement. Faut-il au contraire admettre un spasme subit des artères cérébrales et des plus petits vaisseaux réagissant sous l'action de l'onde électrique et anémiant instantanément les centres cérébraux?

Quoiqu'il en soit, l'instantanéité de la perte de connaissance dans ce cas peut être citée à l'appui de la

(1) Fell. *The influence of Electricity on the protoplasma. Phys. and Surg. Am. Abror and Detroit.* 1890, p. 433.

thèse soutenue par les médecin inventeurs de l'électrocution de l'absence de douleur dans la mort par ce moyen.

Observation VI (due au Dr Hummel)

Accident arrivé à Boston

Un ouvrier de la Bell Telephone Company, qui était grimpé sur un poteau de la Brush C° avec ordre d'y placer un fil, saisit d'une main le support du conducteur positif et de l'autre celui du conducteur négatif.

Il demeura suspendu jusqu'à qu'un aide courût à la Station de lumière électrique située cinq rues plus loin; là le courant fut interrompu et alors la victime fut recueillie.

Bien qu'ayant perdu connaissance un certain temps, elle fut vite ranimée. Son pouls ne dépassait pas 86 et sa température 101° F. (38°3 centigrades). Le pouce de la main gauche était presque entièrement brûlé ainsi que l'index et le médius de la main droite. Ces doigts furent tous amputés.

Nous n'avons pas de données certaines sur la nature du courant, mais nous croyons que c'est le courant continu de 3.000 volts de la Cie Brush, tel qu'il est distribué dans les rues de Boston.

Ce cas reproduit à peu près celui de Dieulefit (obs. III), mais avec un plus grand caractère de gravité; même position de la victime, même crispation des mains sur le fil conducteur.

Citons enfin l'observation suivante que nous devons à l'obligeance d'un ingénieur électricien, témoin oculaire de l'accident.

Observation VII

Accident du Théâtre-Bellecour à Lyon

L'accident, dont suit le récit, est arrivé à la fin de l'année 1879 pendant une représentation. L'installation avait dû être modifiée à plusieurs reprises, de telle sorte que l'isolement des fils avait été forcément négligé, et que des conducteurs avaient perdu leur enveloppe sur plusieurs portions de leur trajet ; de plus, l'installation donnait lieu souvent à des secousses plus ou moins fortes au personnel chargé des commutateurs. Le dispositif employé comprenait une vieille machine Siemens, ancien modèle, qui se trouve actuellement dans les laboratoires de l'Ecole centrale Lyonnaise, dynamo sur laquelle on greffait habituellement deux circuits en série ; sur chaque circuit se trouvaient quatre bougies Jablochkoff, mais au moment où se produisit l'accident la machine n'alimentait qu'un circuit où se trouvait intercalé un régulateur à arc Serrin servant à produire des effets de scène.

Cette lampe à arc était suspendue derrière un portant, et les fils qui devaient lui amener le courant n'y étaient accrochés qu'au moment de l'allumage ; ils étaient enfermés sous le plancher de la scène, enroulés en un paquet ; l'ouvrier devait soulever une trappe, saisir le paquet, dérouler les fils et les attacher à la lampe.

La victime de l'accident était un homme habituellement chargé de remplacer dans les bougies Jablcohkoff les bougies brûlées ; il devait aussi surveiller l'installation. C'est dans ce service qu'il s'était aperçu que les fils du régulateur étaient partiellement dénudés, et c'est de peur d'un accident qu'il avait voulu lui-même procéder à l'allumage.

D'après l'état des lieux, voici comment on peut présumer que l'accident est arrivé : l'ouvrier a soulevé la trappe et pour attirer à lui le paquet de conducteurs, il a mis le genou gauche en terre.

Ce genou s'appuyait sur la plaque en fer d'un calorifère, qu'on reconnut plus tard être en communication avec un des fils dénudés placés sous le plancher. Dans cette position il se mit à

tirer sur les fils pour les dérouler hors du trou, et à un moment donné la paume de sa main gauche prit contact avec une portion dénudée d'un des fils.

L'ouvrier tomba comme une masse sur le flanc gauche, sans pousser un cri, sans un spasme, sans un mouvement. (8 h. 30 du soir.)

Il resta ainsi étendu les yeux ouverts, la physionomie calme, sans contracture des muscles de la face.

Le médecin de service accourut pour lui donner ses soins ; pendant vingt minutes, il ne put dire s'il était réellement mort. Tous les soins furent inutiles ; la respiration artificielle ne fut pas tentée.

La putréfaction marcha très rapidement ; odeur extrêmement marquée trois heures après l'accident ; la décomposition marcha ensuite excessivement vite.

La lésion unique constatée était une profonde brûlure à la paume de la main gauche, brûlure n'allant pas cependant jusqu'aux os.

Pas de brûlure au genou.

Il n'y eut pas d'autopsie.

Dans ce cas la victime était évidemment en circuit, les point de contact étant le genou gauche et la paume de la main gauche.

Ici un fait intéressant à noter. Il existe une brûlure à la main et point au genou. Nous rattacherons ce fait aux expériences d'électrophysiologie faites avec la méthode dite méthode unipolaire de Chauveau ; elle n'utilise qu'un électrode de très petite surface qui sert à exciter le muscle ou le nerf de l'animal en expérience, l'autre électrode, dit indifférent, est de surface aussi grande que possible : ce sera par exemple un bain d'eau salée où plonge partiellement l'animal. De même que dans les expériences ainsi faites par Chauveau, on n'obtenait d'effets qu'au point où se trouvait placé le petit électrode et aucun

au niveau de l'électrode indifférent ; de même dans le cas de l'observation VII, la victime n'a eu de brûlures qu'au contact de très petite surface du fil avec sa main, au point ou la densité du courant était considérable, tandis que le genou, offrant un contact de large surface avec la plaque métallique du calorifère, n'a livré passage qu'à un courant beaucoup moins dense, et n'a point été brûlé ; les effets calorifiques du courant sont, en effet, proportionnels au carré de l'intensité par unité de surface.

ACCIDENTS DE LA SÉRIE *B*.

La deuxième série d'accidents, d'après notre classification étiologique, comprend ceux où le corps de la victime a constitué un circuit dérivé entre deux points d'un même conducteur.

Ce serait, par exemple, le cas d'un homme qui placerait ses deux mains sur un conducteur nu traversé par un courant de haute tension. Soit *a b* un conducteur, et soient *A* et *B*, deux points dont la différence de potentiel est *E*, en contact avec les deux mains.

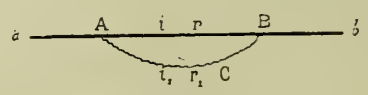


Fig. 8

Soient *I* l'intensité du courant qui circule dans le câble ; *r* la résistance de la portion *A B* ; *i* l'intensité du courant qui la traverse, quand la dérivation *C* est

établie et i_1 l'intensité à travers la résistance r_1 de cette dérivation. Nous avons les équations de Kirchhoff.

$$I = i + i_1$$
$$i\,r = i_1\,r_1$$

d'où l'on déduit:

$$i_1 = I\frac{r}{r + r_1}$$

Plaçons-nous dans des conditions industrielles et supposons que le câble soit un conducteur principal, un *feeder* d'une résistance de 0,3 ohms par kilomètre ; r aura environ 0,0003 ohms.

Prenons pour les autres quantités les valeurs suivantes :

$$I = 100 \text{ ampères}$$
$$r_1 = 1000 \text{ ohms}$$

Nous avons donc :

$$i_1 = 100\,\frac{0{,}0003}{1000{,}0003} =$$
$$= 0{,}00003 \text{ ampère.}$$

Or les expériences de Newmann, Lawrence et Arth. Harries (1) ont démontré que si on fait passer un courant à travers le corps au moyen de deux électrodes tenues en main (45 cmq. de surface), le « point de souffrance, suivant leur expression, n'est atteint que si l'intensité atteint 0,0183 ampère pour un courant continu de 104 volts et 0,007 ampère pour un courant alternatif de même tension et de 23 alternances.

(1) *Society of Arts*, London, 1891.

Ainsi donc, dans la majorité des cas, pas de conséquences graves pour un tel contact, à condition qu'il n'y ait pas dérivation du courant au sol par le corps.

Observation VIII

(*Accident arrivé à Paris*)

Cependant il est quelques cas où un pareil contact a produit des accidents assez graves. Telle est l'observation suivante que nous a obligeamment fournie une des plus importantes Sociétés d'éclairage électrique de Paris. La narration de la victime que nous donnons plus loin a été contrôlée par l'ingénieur de la Compagnie qui nous communique, en outre, les renseignements suivants :

« Le sieur C..., s'est mis en contact avec des conducteurs présentant une différence de potentiel d'environ 400 volts et parcourus par des courants continus (système de distribution à cinq fils).

« Cet ouvrier préposé au service du tableau de distribution à l'Usine a voulu malgré une défense formelle tenter une expérience entre les rails collecteurs du tableau ; par ignorance, il a mis ces deux rails en court circuit à l'aide d'un fil qu'il tenait très probablement avec les deux mains. Il se trouvait à ce moment-là sur le parquet en bois du balcon du tableau et *était par conséquent parfaitement isolé du sol.* »

Voici maintenant le récit de la victime recueilli dans notre enquête :

« Le 23 février 1892, étant au service de distribution, j'eus l'idée de prendre un fil de 9/10 millim. et de le mettre en contact d'une part, sur le rail négatif du tableau et de l'autre sur l'interrupteur positif d'une dynamo en marche. Une détonation et une étincelle se produisirent; je lâchai le fil et fus renversé par terre. Je me relevai bien vite pour retirer mon fil et je m'approchai; un second court circuit se produisit et je fus renversé une seconde fois.

Je constatai en me relevant que j'avais eu la main droite brûlée par la première décharge électrique lorsque je tenais le fils. Elle était *toute noire et très sèche*. Je pus rester dix minutes en attendant que l'on réparât le désordre dont j'avais été la cause, et je ne ressentais pas encore de grandes douleurs; ce n'est qu'après avoir mis ma main dans de l'huile que je commençai à sentir les douleurs de la brûlure. J'allai chez un pharmacien qui me fit un premier pansement et je pus continuer mon service en attendant que l'on me remplaçât.

« J'ai eu beaucoup de fièvre les dix premiers jours, mais j'ai pu rester debout, le bras en écharpe sans être incommodé. »

Le blessé ajoute que quarante jours après il se servait de sa main, que les ongles sont tombés et que le traitement de ses brûlures a consisté simplement en applications de vaseline boriquée.

Dans ce cas, pas de dérivation du sol, puisque la victime se trouvait sur un plancher bien isolé; formation d'un court circuit au moyen d'un fil métallique, tel que le fil *a b* de notre exemple, où les deux mains étaient appliquées en deux points comme dans notre hypothèse et dérivation du courant principal à travers le corps par les bras de l'ouvrier.

Ce qui peut expliquer la gravité des brûlures malgré le peu de durée du contact, c'est la faible résistance du fil formant un court circuit; un courant très intense a dû s'y établir : les brûlures étant, comme nous le verrons, d'autant plus fortes que l'intensité est grande, on comprendra mieux le résultat de l'accident.

Cette observation nous montre, en outre, qu'avec un courant continu de 460 volts, il n'y a pas eu production chez la victime de phénomènes syncopaux, pas de troubles nerveux après l'accident, aucun de ces syn-

drômes dont l'ensemble constitue un « schock » assez analogue au schock chirurgical des grandes opérations et à ces états décrits dans les accidents de chemin de fer sous les noms de « railway-brain » et de « railway-spine ». Nous retrouvons ces syndromes dans un grand nombre de cas à propos desquels nous les étudierons.

ACCIDENTS DE LA SÉRIE C

Ce sont ces dérivations au sol qui causent la majorité des accidents et c'est sur elles que nous insisterons particulièrement.

La gravité de cette catégorie d'accidents, la troisième de notre classification étiologique, est variable. Elle dépend de plusieurs causes dont les principales sont, toutes choses égales, d'ailleurs :

1° La nature du contact du corps de la victime avec le conducteur électrique.

2° La nature du contact de la victime avec le sol.

Le contact, porte d'entrée du courant, que nous pourrions appeler contact d'entrée, est constitué dans la grande majorité des cas par une main de la victime ou par les deux. Nous avons vu que la peau offre une résistance considérable si elle est sèche ; pour un même courant, Erb a trouvé qu'en mettant une électrode à la nuque et une autre au creux poplité, on a une intensité plus grande qu'en les plaçant toutes deux sur les reins. Cette résistance est due en partie à la matière sébacée ; ce qui le prouve, c'est qu'un savonnage énergique la diminue beaucoup. D'autre part, Edison a fait des mesures

de résistance entre les deux mains sur 4 à 500 individus. et s'il a obtenu des résultats assez constants (de 1.000 à 1.970 ohms), c'est qu'il a éliminé ce facteur important qui produit pour la peau des variations de résistance considérable : « Deux vases remplis d'une solution faible de potasse caustique étaient reliés aux appareils de mesure; chacun des individus soumis aux expériences y plongeait ses mains jusqu'à ce que le médius étendu touchât le fond du vase. Les mains demeuraient immergées pendant trente secondes, avant qu'on ne fît les lectures; ce délai permettait à la potasse d'agir sur les matières grasses de la peau, et de les convertir en un savon soluble dans l'eau.

Les valeurs trouvées variaient de 1.000 à 1.970 ohms; ces différences étaient évidemment dues à l'étendue variable de peau en contact avec le liquide, car le nombre d'ohms par pouce carré fut trouvé pratiquement le même dans tous les cas où la surface immergée fut mesurée (1). »

Ainsi l'étendue et l'état de la peau mise en contact avec le conducteur font la perfection du contact d'entrée du courant et par suite la gravité de la décharge.

Le point de sortie du courant est constitué assez souvent par les pieds. Si le sol est constitué par un isolant plus ou moins parfait tel qu'un plancher en bois sec, une aire bitumée ou cimentée sèche, comme cela existe dans la plupart des stations centrales, les commotions seront moins graves que sur un sol humide où le contact s'effectue plus ou moins parfaitement, par

(1) Harold P. Brown. *The new Instrument of execution. North american Review*, nov. 1889.

l'intermédiaire des clous qui traversent la chaussure de l'ouvrier.

L'observation suivante qui nous a été obligeamment fournie par M. Parsons, ingénieur de la station centrale de Turin (de la Thomson Houston Electric Lighting C°) met en lumière ce fait intéressant d'une lésion grave au contact de sortie du courant (1).

Observation IX

Accident à la Station centrale de Turin

Nous donnons ci-dessous la traduction de l'italien du récit de l'accident, que la victime, M. Molinari, chef de la Station, a écrit spécialement pour nous :

« Le 2 janvier 1891, on voulait installer un compteur Schallenberger sur le circuit à incandescence, à courant alternatif de 2,000 volts. Au moment de *mettre* le courant, je me trouvais près du compteur pour voir s'il marchait et comment. Et, en effet, au passage du courant, le compteur fit un demi-tour et s'arrêta : j'examinai ce qui était arrivé et je vis qu'une des ailettes d'aluminium touchait contre le bâtis de l'instrument. Je savais qu'il était dangereux de toucher à l'appareil, mais comme j'avais l'intention fixe de faire marcher l'instrument, j'eus un mouvement irrésistible pour éloigner l'obstacle qui arrêtait l'ailette. Je touchai, et, du même coup, je restai fixé à l'appareil. *Je ne vis plus rien* : je me rappelle seulement de très violentes secousses; je croyais que c'en était fait de moi, quand j'eus le sentiment que le courant devenait plus faible, et *alors je perdis connaissance.*

Quand je me réveillai, je me trouvai assis sur une chaise, et je me souvins de ce qui était arrivé en voyant l'index de ma

(1) Nous tenons ici à remercier M. Ch. Noyer, maire de Dieulefit, qui nous a fait parvenir cette intéressante observation.

main droite brûlé jusqu'à la deuxième phalange ; il paraît que la contraction due au courant m'a fait rester attaché, avec l'index fléchi (comme il est encore), à un fil de l'instrument de sorte que je ne pouvais plus me détacher. Peut-être, en m'évanouissant, le poids de mon corps put-il me détacher, et alors il se forma une espèce d'arc voltaïque entre l'index et l'instrument d'un côté, et entre les orteils du pied gauche et la terre de l'autre côté; ce qui produisit les fortes brûlures de la peau, brûlures qu'on ne vit pas tout d'abord, mais qui retardèrent ensuite ma guérison.

Les premiers jours, j'espérais qu'il ne serait pas nécessaire de faire une amputation, et j'eus les soins du Dr Beltrami; mais, une semaine après, ayant fait venir le Dr Carle, chirurgien en chef de l'Hôpital Mauriziano, celui-ci jugea nécessaire l'amputation des doigts brûlés; on me fit subir cette opération le 28 janvier; on dut me couper l'index de la main droite jusqu'à la troisième phalange, et, au pied gauche, la moitié du gros orteil, l'index et l'annulaire. On a trouvé les os, m'a-t-on dit, tout à fait carbonisés.

Je n'eus aucune fièvre, et même la plaie opératoire guérit très vite. En somme, le 5 mars, je pus quitter l'hôpital, et, quinze jours après, j'étais complètement guéri. Actuellement, je ne sens plus aucune douleur, ni au pied, ni à la main; je marche et j'écris comme auparavant. »

Ajoutons que la victime de cet accident n'a été ranimée que par la respiration artificielle pratiquée immédiatement.

L'observation suivante d'un accident arrivé à Bruxelles dans des conditions analogues, bien que les circonstances soient toutes différentes, nous montre des lésions du même genre aux points d'entrée et de sortie du courant.

Nous devons les renseignements qui suivent a l'obligeance de M. le Dr Vleminckx, professeur de médecine légale à l'Université de Bruxelles, et de M. l'ingénieur

H. Wilbrand, électricien en chef du Théâtre de la Monnaie.

Observation X

Accident au Théâtre de la Monnaie à Bruxelles

Le 23 avril 1892, un machiniste nommé De Naemacker, se trouvant sur un pont volant à dix-huit mètres de hauteur, toucha de la main droite la herse à laquelle sont adaptées les lampes à incandescence; ayant ressenti une vive douleur, il se serait alors accroché de la main gauche à une poutrelle en fer faisant partie de la charpente de l'édifice; il établit ainsi à travers son corps une dérivation du courant à la terre qui lui causa de graves brûlures aux deux mains.

« Contrairement au dire des journaux, nous écrit l'ingénieur chargé de l'éclairage électrique de la Monnaie, ce n'est pas en touchant un conducteur électrique servant à l'éclairage que cet homme a été blessé.

« La tension au moment de l'accident était de 1,300 volts environ, courant continu.

Il devait y avoir un défaut de très haute résistance dans la ligne de charge qui est posée en égout sur les isolateurs en porcelaine.

L'homme a touché d'une part une barre de fer d'ancrage, *une terre* par conséquent.

Il a touché d'autre part un câble métallique de suspension de la herse. Il y avait un défaut de très grande résistance qui mettait les conducteurs électriques de la herse en relation avec la masse de la herse ; celle-ci est toutefois isolée électriquement dans l'espace.

L'homme en touchant en même temps la barre d'ancrage et le câble de suspension de la herse a déterminé un courant à travers son corps ; il accentué des défauts existant à l'état latent, c'est-à-dire imperceptibles dans l'état de choses normal.

Ce qui est surtout cause de la gravité de la brûlure, c'est qu'il avait la main gauche engagée entre la barre d'ancrage et le pont volant sur lequel il était couché, hors d'état de se dégager.

Le blessé ne perdit pas connaissance ; il fut aussitôt porté à l'hôpital Saint-Jean dans le service du Dr Lavisé où il a été vu le 6 mai par le professeur Wleminckx qui nous a obligeamment écrit les détails suivants :

« .... il porte à la main droite une plaie linéaire, assez profonde, entre le pouce et l'indicateur, et coupant autant que j'ai pu voir (à travers ou plutôt en soulevant l'appareil de pansement), à peu près le tiers de la saillie formant la partie antérieure, interne et supérieure de la main.

A la main gauche les lésions sont plus considérables ; tous les doigts sont brûlés ; de plus, toute la partie interne de la paume de la main est « comme arrachée. » Toutes les brûlures sont profondes et *avec perte de substance*.

L'état général du blessé est satisfaisant : il m'a dit qu'il était question de lui faire une opération de greffe. »

Observation XI

Accident arrivé à Vienne (Autriche)

Nous donnerons le récit de cet accident d'après le rapport que M. le Dr Von Hoffmann, professeur de médecine légale à l'Université de Vienne a eu l'obligeance de nous adresser.

« Un ouvrier d'une des stations électriques de Vienne avait été chargé d'épuiser l'eau qui s'était amassée dans une fosse renfermant les rhéostats ; ceux-ci, constitués par des fils métalliques nus parcourus par des courants alternatifs de 2,000 volts, étaient fixés aux parois de la fosse. Les vêtements de l'ouvrier étaient fortement mouillés.

Par suite d'un faux mouvement il s'adossa tout à coup en arrière contre les rhéostats. *Il poussa un cri violent* et tomba foudroyé.

Lésions constatées à l'autopsie : Excoriations en forme de rayures aux deux épaules et au bras droit, présentant les carac-

tères des brûlures au premier et au second degré ; tout autour, une vive rougeur.

Sang fluide. — Poumons hyperémiés. Ecchymoses punctiformes sur le cœur.

Ici la forme des lésions indique nettement la nature du contact qui s'est imprimé, pour ainsi dire, sur la peau; ces rayures ne sont autre chose que les marques laissées par les spirales des rhéostats constitués par des hélices de fils.

Quant à la nature de la dérivation formée par le corps de la victime, nous croyons qu'elle a été dans ce cas : 1° un court circuit entre deux fils du rhéostat donnant naissance à un courant allant de l'épaule au bras et à l'autre épaule ; 2° une dérivation à la terre à travers le corps et les membres inférieurs de la victime, dont les pieds plongeaient dans l'eau.

La grande surface des contacts et leur perfection par suite des vêtements humides et des pieds plongeant dans l'eau, voilà qui explique la gravité de cet accident.

Observations XII

Citée dans une lettre de M. Otto F. Blathy (de Buda-Pest), ingénieur en chef de la Cie Ganz-Zipernosky

Accidents arrivés à la station centrale de Rome.

Cette station produit un courant alternatif de 2000 volts, 85 alternances par seconde. Dans les habitations, cette tension est abaissée à 105 volts par des transformateur.

« Un ouvrier toucha par plaisanterie la borne primaire d'un transformateur (2000 volts), pour voir s'il recevait ou non une

décharge ; il était debout sur un sol très-humide et ses pieds étaient tout mouillés; résultat de la plaisanterie : mort instantanée. La seule lésion constatée était une légère tache noire sur l'un des doigts. »

Le contact à la terre n'ayant pas été aussi parfait, un autre accident n'eut pas de conséquences graves.

« Deux ouvriers touchèrent en même temps à une grande distance l'un de l'autre le conducteur renfermé dans un câble ; leurs mains furent profondément brûlées, mais ils ne perdirent pas connaissance. » (1)

Ce triple fait met bien en lumière toute l'importance de la nature du contact des pieds avec le sol.

Observation XIII

Accident arrivé à Condé-sur-Noireau (Seine-Inférieure.)

Renseignements dûs à l'obligeance de MM. L... Frères, manufacturiers, et du docteur Leheribel ;

Le 29 Janvier 1887, un accident du à la dérivation d'un courant électrique, causa dans l'usine de tissage de MM. L.... frères, la mort d'un ouvrier nommé C... L... Les machines dynamo-électriques servant à l'éclairage des ateliers, allument par des courants alternatifs, de 250 volts environ, des bougies Jablochkoff. L'accident est dû à deux cassures de l'enveloppe isolatrice du fil d'un circuit mettant une colonne en fonte en communication électrique avec ce fil.

Quelques minutes avant l'accident, cette dérivation du courant avait été constatée par deux ouvriers qui, en touchant la

(1) *Report of Senate Committee on General Laws as to Electricity and Electric Lighting.* -- New-York 1890.

colonne, ressentirent une commotion violente ; mais ils n'en furent pas autrement incommodés. Ils prévinrent leur camarade C... de ce fait, mais celui-ci, par inadvertance, mit une main sur la colonne, tandis qu'il avait l'autre posée sur un appareil correspondant à la terre par l'intermédiaire de tuyaux de cuivre. Instantanément l'ouvrier fit un bond de vingt-cinq centimètres en l'air et tomba sur le dos, On se précipita vers lui, mais il ne donnait plus signe de vie.

Le Dr Lehéribel qui le vit une heure après le décès, ne constata aucune trace de brûlures, pas plus sur les mains que sur le reste du corps

L'autopsie n'a pas été faite.

Observation XIV (1)

(Accident arrivé à Boston)

Un employé de la Brush Co était monté sur un poteau pour couper un conducteur de lumière électrique. Tenant une paire de pinces dans la main droite, il saisit le fil avec la pince, et au même instant reçut la décharge. Pour ne point tomber, il dut se raccrocher au fil avec la main gauche ; il resta ainsi suspendu pendant trois minutes au sommet du poteau. Au bout de ce temps il fut recueilli par un autre ouvrier et aidé de celui-ci il put descendre l'échelle. Il souffrait peu et ne présentait pas de troubles fonctionnels, sauf une légère élévation de la température. Il n'eut pas besoin de garder le lit.

Les lésions étaient limitées à la carbonisation de trois doigts de la main gauche et à une petite, mais profonde brûlure de la main droite. Le conducteur qui a donné naissance au courant dérivé à travers le corps de la victime était un courant de 3000 volts alimentant 50 lampes de 2000 candles chacune. »

Le peu de gravité de cet accident peut être évidemment attribué à la forte résistance du poteau de bois qui formait communication avec la terre.

(1) *Popular Science News*, 1885.

Observation XV (due à M. W..., ingénieur-électricien)

Accident arrivé au Trocadéro (Paris)

Nous laissons la parole à M. W... qui nous a adressé un récit très clair de l'accident dont il a été victime :

« J'ai été victime à Paris en 1888 d'une commotion assez forte.

J'avais affaire à des machines Siemens à courants alternatifs de 400 volts, alimentant des foyers Jablochkoff, pour une fête du 14 juillet, au Trocadéro. Cette installation provisoire était très défectueuse et les *machines fort mal isolées*.

Je voulus changer en marche les fils d'une résistance qui était trop faible. Je possédais des *gants de caoutchouc*, mais ces gants étaient fendus dans les plis de la main gauche. Le *sol était fort humide* ainsi que mes chaussures.

Comment cela se fit-il ? Je n'en sais rien, mais je *ressentis* une commotion terrible qui me fit arracher les fils des bornes auxquelles je les attachais, et je tombai sur le sol sans mouvement. J'avais eu l'impression de la strangulation. Puis je ne ressentis plus rien. La perception des sons était devenue très confuse et les mouvements impossibles.

Je fus transporté ainsi à mon domicile où je suis resté *sans mouvement* pendant *douze à quinze heures* ; un médecin avait été appelé ; il m'avait fait administrer un cordial, puis un vomitif; il me fit faire des frictions sur les membres, mais les mouvements ne revenaient pas vite et *la respiration était difficile*. Un de mes camarades eut alors l'idée de prendre une bobine d'induction avec un élément au bichromate, et de me faire passer ainsi de petites décharges à travers *la poitrine*, les pieds, les bras, la tête. Tout en me faisant souffrir, il me fit faire des mouvements involontaires et brusques, et au bout de la journée, je pouvais me mouvoir un peu. Le même traitement de moins en moins douloureux me rendit tous les mouvements, mais il me resta longtemps une espèce de courbature et une légère surdité qui persiste encore

Je n'ai perdu en aucune façon connaissance et j'ai eu seulement une brûlure peu grave à la main gauche.

Dans le cas de M. W..., ce qu'il importe de retenir, c'est la gêne subite et excessive des mouvements respiratoires sous l'influence de la décharge ; cette impression de strangulation et cette difficulté pour respirer ne cédant qu'aux courants induits, nous croyons que l'accident eût été plus grave encore si au lieu de porter des gants de caoutchouc, M. W. avait eu le mains nues. La fissure du gant de la main gauche a permis un contact, cause de l'accident ; mais le contact étant naturellement de très peu d'étendue, le courant dérivé fut peu intense. Le facteur important de la gravité de cet accident fut le sol humide en contact parfait avec la plante des pieds par l'intermédiaire des chaussures mouillées. La densité du courant, beaucoup plus faible au point de sortie par les pieds qu'à son entrée par la fissure étroite du gant de la main gauche expliquent la lésion unique constatée sur celle-ci.

Observation XVI

Accident arrivé à Paris, boulevard Malesherbes

Voici le récit que nous a adressé la victime M. P..., chargé de visiter la sur voie publique, les boîtes de branchement des abonnés :

« Le 10 mai 1892, je me trouvais au numéro 14 du boulevard Malesherbes, à une de ces boîtes, lorsque dans le cours de mon travail, le couvercle de celle-ci venant d'être déboulonné m'échappa des mains et tomba sur les plombs de connexion. Croyant

pouvoir le rattraper assez à temps pour éviter tout accident, je le repris vivement.

C'est à cet instant que je ressentis une violente secousse; mes mains furent fortement brûlées.

Après avoir refermé la boîte, et sans avoir encore pris aucun soin de mes brûlures j'allai immédiatement informer le secteur de l'accident qui venait de survenir.

Pendant dix jours la souffrance m'empêcha de prendre aucun repos et je ne pus reprendre mon service que quarante jours après l'accident. »

Le courant qui a donné naissance à cet accident est un courant continu de 460 volts.

Observation XVII

Traduit de l'anglais, British medical Journal, 24 *décembre* 1889 (Résumé)

A Halfield-House, résidence du marquis de Salisbury, un ouvrier nommé William Dimmock, âgé de 22 ans, a été tué le 12 décembre 1881, en touchant le conducteur électrique servant à éclairer le palais.

L'installation se composait d'une machine à vapeur de seize chevaux, qui mettait en mouvement le générateur Brush alimentant 117 lampes.

Il semble démontré par l'enquête que le malheureux jeune homme, perdant l'équilibre s'est accroché au fil électrique qui longe un des murs du jardin, à trois pieds au-dessus du sol, et qui n'est isolé en aucune façon, et que la secousse reçue l'ait tué immédiatement. On croit que l'effet de cette secousse a été augmenté par ce fait que ce jeune homme avait ses habits mouillés, car il pleuvait.

L'expertise médicale a démontré que la mort était survenue par l'action du courant électrique sur le système nerveux central et par paralysie cardiaque; il n'y avait à la surface du corps aucun des signes caractéristiques que l'on rencontre chez les personnes qui ont été frappées par la foudre.

Il nous fallait citer ces quelques exemples pour faire connaître aux lecteurs l'ensemble des circonstances dans lesquelles peut se produire un accident par l'électricité et les premiers symptômes relevés sur la victime.

Nous avons vu qu'il y a des cas où la décharge abolit chez elle toute conscience dans un temps si minime, que la douleur même de la commotion n'est pas ressentie, que dans d'autres la syncope n'existe pas ou est plus tardive, et que parfois enfin la mort est instantanée.

Nous discuterons cette question de l'instantanéité de la mort en étudiant l'électrocution.

Les auteurs américains ont cru pouvoir conclure de leurs observations qu'à des brûlures graves correspondent le plus ordinairement des effets internes de peu d'importance et inversement.

On peut considérer comme une loi cette phrase de Ph. Coombs Knapp (1), disant qu'il n'y a pas de schock excessif quand les blessures électriques offrent un peu de gravité.

« Le courant électrique, dit d'autre part Dana (2), produit des brûlures dont l'importance est d'autant plus grande que la peau est plus sèche, c'est-à-dire mauvaise conductrice. Avec une peau sèche il y a plus de brûlures, moins de pénétration du courant, le *schock* est moindre, moindre aussi le danger de mort ; avec une peau humide et de bons contacts, brûlures légères, mais effets internes plus sérieux. »

Le Dr Biggs a remarqué en outre que la plupart des accidents mortels se sont produits les jours pluvieux.

(1) Boston. *Medical and surgical journal.* 1890, p. 365.
(2) *The medical Record.* New-York. 2 novembre 1889.

Si l'on examine à ce point de vue les seize observations citées plus haut, nous voyons que dans trois cas seulement, des suites graves ou même la mort se sont rencontrées avec des brûlures graves ; que les treize cas sont conformes à la loi de Dana et Coombs Knapp.

Ceci nous amène à étudier les lésions externes causées par les courants électriques.

Sheild et Delepine de Londres ont étudié spécialement ces lésions à propos d'un accident mortel qui se produisit en 1884, en Angleterre.

Observation XVIII

(*D'après les documents recueillis au cours de l'enquête du Coroner*).

Accident arrivé à Londres le 27 septembre 1884.

Un ouvrier électricien qui conduisait une dynamo, à l'exposition d'hygiène toucha par mégarde une des bornes de cette machine. On observa d'abord une contraction spasmodique des bras et de la poitrine, puis l'homme tomba en arrière de la dynamo et demeura sans connaissance. Une légère mousse de mucus apparut sur ses lèvres. Porté aussitôt à Saint-George's-Hospital, on y constate sa mort.

Aucune brûlure de ses vêtements ; aucune altération des objets métalliques trouvés sur lui Nécropsie 40 heures après la mort. Le corps était celui d'un homme sain et bien musclé.

Rigidité cadavérique bien marquée ; forte congestion cutanée curieusement limitée à la tête; au cou, à la partie inférieure de la poitrine et aux bras. A la face inférieure de l'index gauche, on trouva une petite ampoule allongée mesurant environ un demi-pouce de long sur un huitième de large, elle avait l'aspect d'une brûlure *mais il n'y avait pas de congestion autour d'elle* et aucune odeur d'épiderme brûlé.

A l'ouverture du corps on nota que les muscles du thorax étaient durs et résistants au couteau. Tous les viscères internes avec le cerveau et la moëlle épinière furent trouvés parfaitement sains à l'examen microscopique. Un fait frappant a été la remarquable fluidité du sang. Le cœur était gros et très musclé, en état de relâchement ; sous le microscope ses fibres avaient leur aspect normal. Le sang fut aussi examiné au microscope mais rien d'anormal n'y fut découvert.

Le nerf médian et une portion de la peau portant l'ampoule furent soumis à un examen minutieux au microscope. Rien de notable ne fut découvert dans le médian. Ceci ne doit pas faire exclure l'idée qu'il y eût quelque coagulation anormale ou quelque autre altération, mais alors celle-ci était de nature telle qu'elle ne pouvait être décelée par la méthode d'observation employée.

Nous décrirons l'aspect microscopique observé dans des coupes transversales de la peau de l'index gauche, dans la région de l'ampoule.

Une partie de l'échantillon a été traitée par l'acide osmique et l'autre par l'acide chromique et l'alcool. Les coupes furent faites dans un plan perpendiculaire à la surface de la peau et suivant le diamètre de l'ampoule.

RÉSUMÉ DES LÉSIONS

I. — Epiderme

1. — *Stratum corneum.* — *a.* Cavité. — *b.* Gonflement des cellules de la région marginale. — *c.* Condensation et fusion partielle des cellules du centre.

2. — *Stratum lucidum.* Plus apparent et plus épais à la périphérie de la phlyctène.

5. — *Stratum granulosum.* — En partie fusionné avec la couche précédente au centre de la phlyctène.

4. — *Stratum mucosum.* — *a.* Distension des cavités nucléaires sur les bords. — *b.* Contraction particulière de la substance du noyau. — *c.* Disposition fibrillaire du protoplasma sur les bords et dissociation de ces fibrilles dans la portion centrale. — Direction particulière prise par les fibrilles dans la cavité de la phlyctène.

II. — Derme

1. — *Couche connective fondamentale.* — *a.* Papilles aplaties. — *b.* Le tissu qui forme le fond de la phlyctène est presque homogène.

2. — *Capillaires.* — *a.* Capillaires contractés. — *b.* Cellules endothéliales contractées. — *c.* Sang coagulé et à striation fibrillaire.

3. — *Nerfs.* — Netteté remarquable des corpuscules de Meissner.

III. — Pannicules adipeux

1. — *Tissu fondamental* non altéré. — *Lobules de graisse* non altérés. — 3. — *Glandes sudoripares* : Cellules fusionnées. Aspect strié du contenu des canaux de la *cutis vera.* — 4. — *Nerfs* : Gonflement douteux du cylindre-axe. — 5. — *Vaisseaux* : artères très contractées.

Tels sont les caractères des brûlures électriques; on voit qu'ils ne sont pas tellement tranchés qu'on puisse du premier coup les différencier des brûlures ayant une autre origine.

Quant aux lésions qui relèvent de la clinique interne et que peut produire le traumatisme électrique, elles se rattachent surtout aux affections du système nerveux. Les curieuses observations que nous avons réunies ci-dessous

peuvent se rapprocher, du moins quelques-unes, des deux observations d'hystérie par fulguration rapportées par Charcot et par Laveran.

Observation XIX (due à l'obligeance de M. le Dr Garaix)

Accident arrivé à Dieulefit (Drôme)

Mme L..., 44 ans, ménagère, d'une constitution robuste, n'ayant jamais eu d'enfants, encore réglée régulièrement. — Pas d'antécédents pathologiques à noter. — Pas de traces d'hystérie; plutôt apathique.

Le 2 octobre 1892, à huit heures du soir, cette femme passait sur un des ponts qui relient les différents quartiers de la ville lorsque tout à coup un des conducteurs aériens d'éclairage électrique se casse entre deux poteaux et l'un des bouts vient la frapper sur le côté droit de la face et le cou. Aussitôt *elle pousse un cri, tombe à terre et perd connaissance*. On la transporte chez un voisin, mais aucun médecin n'est appelé.

Elle revient à elle au bout d'une demi-heure et peut parler. Dans la soirée, aidée de son mari qui lui donne le bras, elle peut rentrer chez elle; elle fait ainsi 400 mètres à pied. En se déshabillant, elle trouve dans son corsage sa boucle d'oreille en cuivre tordue; les petites perles avaient disparu. Elle se couche.

Ce n'est que le 4 octobre, au matin, c'est-à-dire 36 heures après l'accident que nous voyons notre cliente. Voici ce qu'elle nous raconte : au moment de la chute du fil, elle a eu l'impression de *lame de feu* devant les yeux; en même temps elle éprouvait une violente commotion et une sensation de brûlure à la joue droite. *Bruit de cloches* dans les oreilles; il lui semblait *qu'elle tournait comme une toupie*. C'est tout ce qu'elle se rappelle.

La nuit du 2 août elle a été agitée; elle se sentait courbaturée; les membres du *côté droit douloureux*, elle n'a *pas dormi*.

Néanmoins le 3 août, elle se lève et va au marché faire ses

provision de ménage comme à l'ordinaire. Un fait l'a frappée, c'est qu'avec le pied droit il lui semblait marcher sur du coton et qu'en outre le sol s'enfonçait. C'est à grand peine qu'elle a pu rentrer chez elle et se coucher.

La nuit a été encore plus agitée ; cauchemars, mal de tête, vertiges ; la malade a vomi son souper. — Secousses violentes à différents intervalles dans les membres du côté droit.

Telle est son histoire d'après elle; nous méfiant de ses réponses, nous examinons la malade au lit, afin d'écarter toute idée de suggestion ou de simulation; nous constatons ce qui suit :

Pas de brûlure au point de contact du fil électrique. Tout le *côté droit (face et membres) est à peu près paralysé*, et c'est à peine si elle peut remuer légèrement les doigts. Les mouvements provoqués sont très douloureux. Piquée avec une épingle, la malade *ne sent rien*, pas plus qu'avec un stylet rougi. Le membre inférieur, surtout au niveau de la jambe, offre un gonflement bien appréciable. La pupille droite est dilatée, les bourdonnements d'oreilles persistent. Rien de particulier à noter pour le côté gauche du corps.

Comme état général, la malade est agacée, abattue, sans appétit et ne peut dormir.

Ce dont elle se plaint surtout, c'est des *secousses violentes* qu'elle éprouve de temps à autre. Il lui semble, dit-elle, qu'on lui passe rapidement une aiguille rougie à travers les membres du côté droit. Ces sensations reviennent à des intervalles plus ou moins éloignés.

Traitement : repos au lit, calmants intus et extra.

En présence d'un cas aussi intéressant, et pour contrôler les dires de notre malade, nous avons fait une petite enquête. L'accident est bien arrivé dans les circonstances que nous a relatées la victime. Les personnes présentes qui ont écarté le fil ont éprouvé de *fortes secousses* en le touchant, mais pour elles, tout s'est borné là. Les deux bouts du fil cassé touchant le sol, la décharge a pu avoir lieu à travers le corps, de la joue droite à la terre, les pieds de la malade reposant sur un sol humide (il avait plu abondamment dans la journée). En outre, le pont est muni d'une rampe en fer, mais notre cliente n'a pu préciser si elle avait une main dessus.

Le courant circulant normalement dans le conducteur touché

a une tension de 1.700 volts et une intensité de un ampère quand le tranformateur qu'il actionne est en service. C'est un courant alternatif et le nombre d'alternances est de 42 par seconde à la vitesse ordinaire de la dynamo.

Le fil conducteur est nu. Le courant, cause de l'accident, est le courant direct de la dynamo (Cette machine à courant alternatif produit à pleine charge 12 ampères sous 1.800 volts environ).

Nous avons visité notre malade un grand nombre de fois et à l'improviste pendant une quinzaine de jours. Ce sont les piqûres de morphine répétées et l'enveloppement ouaté des membres, préalablement oints d'huile morphinée qui la soulageaient le mieux. Le gonflement du bras a persisté trois jours, et, le quatrième du traitement elle, a pu remuer les membres et sentir la piqûre d'épingle. Douleurs fulgurantes bien améliorées.

Hier soir, nous lui avons fait deux piqûres d'eau distillée simplement; aussi nous dit-elle ce matin qu'elle n'a pas reposé.

Le sixième jour, elle s'est levée; elle a fait quelques pas pendant qu'on la soutenait (sensation de coton et d'effondrement sous le pied droit persistante ; du reste, c'est l'impression qui a disparu la dernière).

Les différents symptômes sont allés en s'améliorant de jour en jour, et cela très rapidement. Seize jours après l'accident, la victime vaquait à ses occupations et n'offrait plus aucune trace des phénomènes observés. Notre cliente, revue le 28 novembre courant (1892) nous dit se porter tout comme avant l'accident.

Des renseignements que nous a très obligeamment fournis M. X..., ingénieur électricien, qui a installé la station électrique de Dieulefit, il résulte que le conducteur, qui par sa chute a causé l'accident, faisait partie d'un circuit improvisé pour un supplément d'éclairage à l'occasion d'une fête. Il se peut dès lors que la résistance d'isolement des transformateurs posés pour la circonstance, résistance qui est ordinairement de plusieurs mégohms, ait été compromise par la hâte de l'installation et qu'il se soit produit une perte à la terre. C'est peut-être là qu'il faut en effet chercher l'explication de ce curieux accident.

Observation XX (empruntée au Dr Philip Knapp)

Accident arrivé à Boston

Peter K..., 19 ans, irlandais, surveillant des lignes électriques ; léger alcoolisme ; pas de syphilis.

Le 17 novembre 1886, à 2 heures de l'après midi, il était monté sur un poteau pour régler une lampe électrique, quand soudain il fut gravement brûlé par contact avec un conducteur ; il fit alors une chute de la hauteur de 39 pieds.

Apporté à l'hôpital, il ne se souvient pas de la chute ni de ce qu'il a fait auparavant. Schock considérable.

Le malade est robuste et bien constitué. Brûlure superficielle au poignet droit. Les muscles de l'éminence thénar sont brûlés, et l'adducteur du pouce est mis a nu sur une surface grande comme un quart de dollar ; brûlures du médius et de l'annulaire de la main droite ; le premier et le deuxième orteil du pied droit sont légèrement brûlés ; deux petites plaies sur le front, dont l'une est située juste sur le bord de l'orbite droit ; forte hémorrhagie sous-conjectivale à l'œil gauche. Pansement des plaies à l'iodoforme ; alcool et injections sous-cutanées de la solution de Majendie.

19 *novembre*. — État général mauvais ; les brûlures sont moins douloureuses ; le médius de la main gauche, qui est entouré d'un anneau en laiton est légèrement brûlé au dessous de l'anneau.

22 *novembre*. — Le médius de la main gauche est devenu complètement noir ; les escharres de la main droite sont plus profondes et se sont ouvertes. Cette nuit, le malade, dont l'état a empiré, semble être dans la même situation qu'au moment de son accident ; à 4 heures de l'après midi même état.

25 *novembre*. — Délire depuis quelques jours. Pouls et température élevés ; le malade est excessivement faible ; on lui fait

prendre une cuiller à café d'alcool de temps en temps. Les escharres des deux mains répandent une mauvaise odeur. Mort à 4 heures 45 de l'après midi.

Observation XXI

Communiquée par le Dr Collins à la *New-York neurological Society*
Séance du 3 novembre 1891

Accident produit par un courant électrique. — Paralysie du deltoïde et névrite traumatique

Homme de 31 ans, chef d'une équipe d'employés du téléphone et du télégraphe.

Le 23 septembre 1891, monté sur un poteau de télégraphe pour réparer un fil, il reçut la décharge d'un fil d'éclairage mal isolé. Les points de contact furent le côté interne de la jambe gauche et le côté gauche du cou. Cet homme estime que le courant transmis à travers son corps avait une tension de 1.000 volts.

La décharge fut suivie d'une perte de connaissance passagère, ce qui provoqua sa chute d'une hauteur de vingt-cinq pieds sur une voiture et de là sur le sol. A son entrée à l'hôpital, son intelligence était nette et il ne présentait pas nettement des symptômes de schock.

Cet homme guérit sans complications de ses contusions et de ses brûlures. On chercha les réactions électriques pour son bras et son épaule qui avaient été particulièrement atteints ; elles furent toutes trouvées normales, excepté celles du deltoïde et du petit rond.

A cette époque, le malade avait commencé à se plaindre d'*engourdissement du côté gauche* et d'une diminution de la vision de l'œil gauche. Il n'y avait pas cependant de rétrécissement du champ visuel, ni d'altération du fond de l'œil. Il se plaignait de la disparition de l'odorat du côté gauche, et de l'abolition des sensations gustatives sur la moitié gauche de la

langue. La sensibilité thermique et la sensibilité musculaire étaient un peu diminuées.

Le malade était devenu nerveux ; il prenait peur facilement croyant que quelque malheur allait lui arriver ; il souffrait aussi d'une insomnie continuelle. Etant donné que les moyens thérapeutiques avaient échoué, on résolut, en désespoir de cause, d'essayer l'hypnotisme, en considérant que l'élément hystérique prédominait dans les symptômes.

Pendant la première séance de sommeil hypnotique, les stigmates d'hystérie disparurent ; le malade put entendre des mots prononcés à voix basse aussi bien d'une oreille que de l'autre ; la saveur du sel placé sur le côté gauche de la langue était rapidement perçue. On lui suggestionna qu'il dormirait et se sentirait mieux le lendemain. Cette suggestion réussit.

Quelques mois après, le malade ne pouvait lever le bras ; on recourut au même traitement, et, toujours pendant le sommeil hypnotique, il put obéir lentement à l'ordre donné de lever le bras ; cette séance fut suivie d'une amélioration, et cet homme put de nouveau vaquer à certaines occupations.

Il est probable que la lésion à laquelle se rapporte cet ensemble de symptômes était due au traumatisme du nerf circonflexe quand la victime tomba sur la voiture. Il faut remarquer cependant que le temps écoulé entre l'accident qui produisit la lésion et le rétablissement des fonctions du nerf et des muscles est notablement plus court que celui qu'indiquent habituellement les auteurs pour les névrites traumatiques Mais il faut se rappeler que le nerf circonflexe est court, peu distant de son ganglion, et que ce fait, ainsi que la puissance réparatrice de l'organisme sont, suivant toute probabilité, de la plus grande importance pour la durée de la guérison.

Observation XXII (empruntée au Dr Philip Coombs Knapp)

Accident arrivé à Boston

Georges M..., 32 ans, ajusteur sur les lignes d'éclairage électrique, né à New-Brunswick. Fièvre typhoïde pendant sa jeunesse. Léger alcoolisme.

Le 17 novembre 1886, se trouvant sur un poteau d'éclairage électrique, il reçut une décharge et tomba sur le sol d'une hauteur de 32 pieds.

Porté au Boston City Hopital, il fut admis dans le service du Dr Cheveer.

A son arrivée, il présentait des symptômes de schock; pouls plein, mais extrêmement faible, parfois irrégulier; mais il redevient ensuite régulier.

Respiration courte et pénible. Teint livide. Ecchymoses autour de l'œil droit, avec ecchymoses sous-conjonctivales à la partie externe de l'œil. Plaie du cuir chevelu qu'on suture.

Au niveau de l'œil droit, les tissus ecchymosés présentent une tuméfaction noirâtre. L'œil est fermé; la cornée est restée transparente. Le malade peut remuer ses membres; douleurs dans le dos et au côté. Le pouls est moins faible, moins dépressible.

19 *novembre*. — Le malade évacue son urine comme à l'ordinaire, pas de nouvelles douleurs; l'ecchymose diminue d'étendue. La respiration est plus facile.

21 *novembre*. — Amélioration de l'état général. Intelligence parfaitement lucide.

22 *novembre*. — A signaler ce fait qu'à quatre heures de l'après-midi, il a la même sensation qu'au moment de la décharge électrique. Marche péniblement.

26 *novembre*. — Le malade se promène un peu et mange bien. L'ecchymose disparaît. Intelligence parfaite; pas de symptômes cérébraux.

29 *novembre*. — Va de mieux en mieux.

1er *décembre*. — Le mieux persiste; pas de douleur.

4 *décembre*. — Légère paralysie faciale du côté droit, facilement reconnaissable quand il rit ou quand il essaie de porter d'un côté l'angle de la bouche. Intelligence lucide. Respire librement. Pas de douleur.

10 *décembre*. — Le malade va très bien. Ecchymose de l'œil presque disparue. Plaie de la tête bourgeonnante. Fonctions normales. Il est renvoyé guéri. Le pouls n'a jamais été au-dessus de 100 et la température n'a dépassé 37° 7 qu'une seule fois, le 21 novembre.

Observation XXIII (empruntée au Dr Peterson)

Accident arrivé à New-York (1)

Un employé du railway aérien, âgé de 34 ans, jouissant d'une bonne santé, travaillait le 13 août 1889, à 11 heures du matin, à accrocher un fil sur un poteau du railway. Ce fil ne conduisait probablement aucun courant; c'était « un fil mort »; mais, ébranlé par un mouvement, il fut amené dans le circuit d'un conducteur électrique, Soudain, l'employé ressentit un bourdonnement dans la tête; il fut frappé de rigidité musculaire instantanée, qui fut suivie presque aussitôt de résolution.

Le circuit avait évidemment été rompu par son spasme tétanique.

Sur le moment, il ne sentit rien; puis il tomba comme une masse, et fut envoyé à l'hôpital. A son entrée, il avait recouvré sa connaissance, mais il était si abasourdi qu'il ne put dormir. Légère brûlure.

Le même jour, à 6 heures du soir, il put retourner chez lui sans aide. Pendant une semaine, il a eu des spasmes musculaires intenses, semblables à ceux de la chorée. Il souffrait d'insomnie, il avait des cauchemars où il lui semblait toucher des fils électriques, ce qui le réveillait brusquement.

Actuellemeut, aucun signe de maladie organique; cependant, il ne peut travailler. Les mouvements des yeux sont douloureux, mais l'examen n'y décèle rien. Il marche penché et dit qu'il ne peut se redresser, parce qu'il souffre dans le dos. De temps en temps, spasmes musculaires; légers tremblements; réflexe du poignet exagéré. Céphalalgie; la physionomie du malade reflète l'anxiété.

Le schock reçu par le système nerveux a été évidemment considérable et le malade est très touché de son état. Il y a chez lui plus que de la neurasthénie et moins que de l'hypocondrie.

(1) *New-York medical Record*, 2 novembre, 1889.

Cet état correspond évidemment à la névrose traumatique qu'on trouve à la suite de différentes sortes de schock, par exemple dans le « railway-brain » et le « railway-spine ».

Observation XXIV (empruntée au Dr Robert, Saint-Louis, *Courrier of medicine,* novembre 1886).

Accident arrivé à Saint-Louis (Etats-Unis)

Un homme ayant reçu la décharge d'un conducteur électrique dans un bureau de téléphones, eut un spasme musculaire classique. Après l'accident, température 36°1 ; respiration 50; pouls très rapide. Grande douleur dans le bras gauche, suivie de mouvements convulsifs de ce bras et de la jambe droite, amenant une sorte de balancement dont l'abolition lui causa une grande douleur.

Ces symptômes persistèrent trois jours ; le quatrième survint un tremblement et le cinquième tout disparut.

Observation XXV (empruntée au Dr Philip Coombs Knapp)

Accident arrivé à Boston

Examen du 3 janvier 1890. — G... H..., 24 ans, occupant actuellement l'emploi de chauffeur.

En novembre ou décembre 1885, cet homme qui était employé sur les lignes électriques, se tenait, pendant une nuit pluvieuse, à cheval sur un poteau de bois surmonté d'une potence en fer; il y appuyait sa cuisse droite.

Il était en train d'arranger une lampe à arc Thomson-Houston et saisissait le charbon dans sa main droite; quand soudain un fil de terre établit un circuit à travers son corps et le poteau mouillé. La décharge le fit tomber sur un chariot qui passait; je ne sais s'il avait perdu connaissance.

Il fut alors recueilli et reconduit chez lui.

Pendant une semaine il fit son travail et finalement fut obligé de l'abandonner.

Il était alors très nerveux; il se sentait « tout brisé » et ne put dormir pendant trois nuits. Brûlures graves à la face interne de la cuisse droite; brûlures légères à la main.

Une année après cet accident, il a eu, en même temps que de la douleur, une bizarre sensation de gonflement de la cuisse; depuis ce moment, il est très nerveux et a dû abandonner son travail à la Compagnie d'éclairage électrique. Il tremblait fortement en travaillant.

Depuis son accident, il dort mal, il est très nerveux, comme brisé, bien que son état se soit lentement amélioré. Avant cet accident, il était fort, bien portant et dormait bien. Il avait souvent reçu des décharges électriques et il n'y avait pas de batterie qu'il ne pût supporter; maintenant l'électricité le brise et le rend nerveux. Il sent, dit-il, l'électricité, s'il s'approche d'une dynamo; cependant les orages n'ont aucun effet sur lui.

Observation XXVI (empruntée à l'*Occidental medical Times*, octobre 1889, page 562)

Le directeur de l'*Ookland Electric Light and motor Company* était en train de mesurer la résistance d'un circuit d'éclairage électrique, quand soudain il saisit deux fils qu'il ne savait pas faire partie du circuit.

Voici son récit : « Mes mains furent paralysées ; mes bras se « raidirent comme des barres de fer ; ma tête se tourna dans la « direction du courant vers la droite, le courant entrant par ma « main gauche ; mes yeux étaient comme sortis de l'orbite ; ma « vue se troubla, je perdis connaissance et tombai sur le « plancher. »

Cette chute rompit le circuit qui était resté fermé environ 5 secondes. Courant de 1,400 volts ; dynamo de Weisse. Cet homme n'eut pas de douleur ; brûlures légères ; mais le traumatisme du système nerveux fut très grave, puisque deux mois après les effets en étaient encore très marqués.

Observation XXVII (empruntée au Dr Philip Coombs Knapp)

Accident arrivé à Boston

Mistress B..., 48 ans, mariée, ménagère, examinée le 8 août 1889. Cette femme jouit d'une bonne santé, mais elle n'est pas très forte. Elle a toujours été vive et nerveuse. Ménopause il y a un an.

Vers 7 heures du soir, un jour de décembre 1888, le premier jour où les tramways électriques passèrent devant sa maison, le mari de cette femme vit une boule de feu sur le téléphone. Celui-ci fut entièrement brûlé. Un conducteur du téléphone passait dans la cave, et la prise de terre avait été faite sur une conduite de gaz, placée entre le compteur et le tuyau principal de la rue. Un bec de gaz placé dans cette cave, était branché sur la conduite près d'un fourneau; il faut noter que la conduite de gaz croisait une conduite d'eau en la touchant au point de croisement.

L'enquête de la Compagnie du téléphone établit plus tard que le conducteur électrique de tramways était tombé sur le fil téléphonique qui dérivait ainsi au sol le courant des tramways.

Mistress B., voyant l'incendie de son téléphone, descendit dans la cave; ayant saisi le robinet du bec à gaz pour l'allumer, elle sentit à la main gauche comme des *piqûres de guêpes*. Cependant elle alluma le gaz et s'apercevant alors que la conduite d'eau était fendue sur une grande longueur, elle s'empressa de remonter, non sans avoir fermé le gaz et reçu une nouvelle décharge. Voulant aller demander du secours par téléphone dans une pharmacie, elle sentit qu'elle ne pouvait pas s'habiller; elle n'était pour ainsi dire pas maîtresse de ses membres. Il lui sembla qu'elle ne pouvait pas s'arrêter et qu'elle marchait sans se rendre compte de ses mouvements. Elle courut tout le long du chemin jusqu'à la pharmacie, ce qu'elle n'avait pas fait depuis des années.

Dans la soirée, vers dix heures, Mme B... ressentit une nouvelle décharge en appuyant ses pieds sur la plaque du fourneau.

Depuis cet accident, le bras gauche de Mme B... est resté faible; il a enflé tellement que, depuis trois ou quatre mois, elle ne peut plus mettre son bracelet.

Depuis des mois elle souffre constamment dans le bras, et actuellement cette douleur persiste encore, quoique plus faible. Ce bras n'est pas encore aussi fort que l'autre. Sensation d'engourdissement et de picotement dans la main. Les mouvements de préhension sont difficiles

Rien à la main droite. La main gauche commence à devenir plus forte actuellement; le côté gauche tout entier est plus faible, particulièrement lors des orages; elle est alors nerveuse, abattue et souffre beaucoup.

Pendant longtemps elle ne pouvait pas dormir, mais maintenant elle dort bien. Depuis son accident un ancien trouble de l'ouïe du côté droit, qui la rendait sujette à des vertiges, a empiré; elle est plus excitable et se laisse facilement déprimer. Pas de trouble des grandes fonctions, ni de la vision, ni de l'audition. La douleur augmente à la main et s'étend à l'épaule; depuis peu, sa main lui semble flasque. Ses jambes sont raides. Elle a eu, un certain temps, la sensation d'une secousse qui la projetait en l'air.

L'examen de cette personne dénote une bonne constitution, mais un tempérament nerveux; les mouvements des yeux et des pupilles sont normaux; le champ de la vision, exploré avec le doigt, est bon. La sensibilité tactile et les mouvements de la face et de la langue sont normaux.

La sensibilité est plus faible du côté gauche.

Les sensations tactiles sont bien perçues sur la main et le bras gauches; elle distingue aisément une pointe piquante d'une pointe mousse. Légère hyperesthésie, sur le trajet des troncs nerveux du bras gauche. Elle fait tous les mouvements de la main gauche, mais elle ne peut serrer fortement.

Les deux bras sont également forts dans les mouvements de flexion. Pas de troubles vaso-moteurs ou trophiques à la main gauche. Les muscles du bras gauche réagissent un peu moins bien aux courants faradiques que ceux du bras droit, mais ils réagissent avec un courant moyen; l'électricité semble produire de la douleur dans le bras gauche. Le réflexe du triceps s'observe du côté droit; il est aboli à gauche; le réflexe rotulien est légè-

rement exagéré à gauche. La malade marche bien; pas d'ataxie ni de signe de Romberg. Pouls 84.

24 *février* 1890. — La malade dit qu'elle se trouve plus mal qu'au moment de son examen d'août 1889. Le moindre courant faradique accroît sa douleur.

Très forte douleur dans le bras gauche; dans le côté, hyperesthésie le long des nerfs, ainsi qu'à l'épaule gauche, dans la région de l'épine de l'omoplate. Pas de sensibilité spinale.

Etat général très bon. Le travail lui est moins pénible que le repos.

Elle ne peut se coucher sur le côté gauche; mauvais sommeil et sensation d'épuisement le matin. Bras tout à fait faible.

Elle ne peut se servir du téléphone ou des tramways électriques sans ressentir une grande gêne.

Faut-il voir, dans ce cas, une monoplégie hystérique d'origine électrique, une névrose traumatique? Nous pensons que telle est l'affection de cette femme, et qu'il ne s'agit pas là, comme le veut Philip C. Knapp, d'une altération des nerfs périphériques du bras, combinée avec un trouble fonctionnel général.

Les symptômes, présentés par quelques-uns des malades dont nous venons de donner l'histoire, nous semblent appartenir nettement à cette classe d'affections nerveuses dont Charcot (1), dans une de ses admirables leçons du mardi à la Salpétrière, a fait un tableau magistral à propos des accidents nerveux provoqués par la foudre.

Charcot établit une division marquée entre les paralysies produites par fulguration et les troubles nerveux de même cause rentrant dans le cadre de l'hystérie. Il montre que les premiers qu'il appelle *kérauno-paraly-*

(1) Leçon du mardi 28 mai 1889.

sies, identiques en cela aux paralysies kérauno-expérimentales étudiées par le professeur Nothnagel (1) et caractérisées par des troubles de la sensibilité (anésthésie cutanée et profonde) et des paralysies motrices avec diminution de l'excitabilité électrique, présentent ceci de particulier qu'elles ne sont pas durables. Au contraire, l'hystérie par fulguration donne naissance à des troubles très variés et très persistants.

Les observations de kérauno-paralysies ne sont pas excessivement rares ; on en trouve plusieurs méthodiquement groupées dans la monographie de Sestier et dans les travaux de Boudin, de Vincent et de Tourdes. Mais les observations d'hystérie consécutive à la fulguration, soit insuffisance d'examen, soit confusion avec les accidents directs de la fulguration, sont excessivement rares. On n'en connaît que cinq : l'une est due au professeur Nothnagel ; la deuxième à M. Gibier de Savigny (2) ; la troisième a été communiquée à la Société de biologie, par le docteur Onimus, en 1887 (3) ; la quatrième a été l'objet de la clinique de Charcot que nous citions plus haut ; la cinquième, relative à un soldat foudroyé à Auxerre, a été communiquée par le professeur Laveran, à la *Société médicale des hôpitaux* (4), le professeur Charcot en a fait l'objet d'une seconde clinique.

(1) *Zur Lehre von den Wirkungen des Blitzes auf den thierischen Korper.* In Virchow's archiv. Band 8, 1880, page 327.

(2) *Note sur un cas de monoplégie brachiale droite produite par la foudre — Guérison. — Réapparition passagère de la paralysie à l'occasion de chaque orage. — Revue médicale française et étrangère,* numéro 19 mars 1881.

(3) *Paralysie par courant électrique d'origine tellurique.* Guinon. Thèse de Paris, 1889, page 68.

(4) Séance du 30 octobre 1891.

Dans plusieurs de nos observations, nous avons relevé quelques uns des stigmates de l'hystérie. A vrai dire, aucun de nos malades ne se présente avec une hystérie typique : les crises sont absentes.

Contentons-nous d'examiner les points communs que nous trouvons dans l'observation de nos « sidérés » et chez les fulgurés de Charcot, de Laveran, Nothnagel, Onimus et Gibier de Savigny.

1° Les paralysies sont passagères; tel est le cas de la femme sidérée à Dieulefit; tel est le cas de l'homme fulguré, objet de la première clinique de Charcot.

2° Ces paralysies peuvent affecter la forme hémiplégique (accident de Dieulefit, observation de Laveran); la forme monoplégique (observation de Gibier de Savigny).

3° Le sidéré, comme le fulguré, peut présenter de l'hémianesthésie. La malade de Dieulefit dépeint les sensations qu'elle éprouve en marchant, dans les mêmes conditions que le fulguré rapporté par Charcot (clinique du 28 mai 1889). Ces deux malades sentent pour ainsi dire le sol s'enfoncer sous leurs pas. Ils croient marcher sur du coton.

4° Dans les deux cas que nous venons de citer, la paralysie qui n'était pour ainsi dire qu'ébauchée après le schock, s'est trouvée en quelque sorte confirmée et notamment aggravée le lendemain, caractère qui sert à Charcot à distinguer les kérauno-paralysies.

5° Les membres sont agités de mouvements involontaires (cas Laveran; observation XXVII de notre thèse).

6° L'état mental de la victime, aussi bien dans quelques-unes de nos observations de sidération que chez les

fulgurés observés par Charcot et Laveran, est profondément affecté et se présente avec tous les caractères qu'on observe dans l'hystérie vulgaire.

7° Pas plus dans l'hystérie consécutive à la sidération que dans l'hystérie provoquée par la fulguration nous ne relevons de caractères qui puissent la distinguer cliniquement de l'hystérie traumatique ordinaire. Nous avons retrouvé chez un certain nombre de sidérés les phénomènes nerveux que l'école de la Salpétrière a vu se produire tant de fois à la suite des grands ébranlements psychiques et physiques, des grands traumatismes en général, des collisions de chemin de fer en particulier (1). Il ne semble pas que l'électricité, qu'elle affecte la forme des décharges orageuses ou de courants circulant à haute tension dans un conducteur, provoque l'apparition de phénomènes hystériques d'un genre particulier; il n'existe pas d'hystérie électrique; le traumatisme électrique agit sur le système nerveux, comme des traumatismes mécaniques, il provoque les mêmes effets.

Traitement. — De l'examen des observations cliniques que nous venons de faire, ne ressort-il pas un enseignement thérapeutique? Sur ce point nous serons bref, car les cas jusqu'ici ne sont pas assez nombreux pour qu'on puisse énoncer des règles générales.

Il est cependant un cas où une indication nette et précise peut être formulée : c'est celui d'un individu qui, foudroyé par contact avec un conducteur, tombe

(1) Voir la thèse de Guillemaud. *Laboratoire de médecine légale de Lyon*, 1891, Storck, éditeur.

comme une masse, sans connaissance. A ce moment, et sans perdre une minute, il est de toute nécessité de pratiquer *la respiration artificielle ; le fulguré doit être traité comme un noyé.*

Nous n'entrerons pas dans les détails du manuel opératoire ; la règle que nous venons de formuler nous en dispense. Ajoutons seulement qu'aux manœuvres ordinaires (méthodes de Marshall-Hall et de Sylvester) il sera très utile d'ajouter les trois moyens suivants :

1° l'électrisation du pneumogastrique au moyen de courants induits ; les électrodes seront appliquées de chaque côté du larynx. Ce moyen, préconisé par Brown Sequard, pourra souvent être utilisé dans les stations centrales d'électricité, où l'on dispose de bobines d'induction ;

2° l'électrisation au moyen de courants continus (un pôle à la base du cou, l'autre sur les insertions du diaphragme) ;

3° la méthode de Laborde (1) (traction de la langue), utilisée récemment avec succès chez les noyés.

Quand la respiration est rétablie et que le blessé a repris connaissance, on fera la thérapeutique des symptômes. Si le malade présente des signes de schock, on aura recours aux stimulants, aux injections d'éther et de caféine.

Les brûlures par l'électricité seront traitées comme les brûlures ordinaires; les eschares étendues auxquelles

(1) *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 1892.

elles donnent souvent lieu réclameront dans certains cas une intervention chirurgicale.

Enfin les phénomènes nerveux, comportant des indications bien spéciales dans chaque cas, ne peuvent être l'objet de règles thérapeutiques précises. D'une façon générale, les calmants et surtout la morphine, semblent avoir donné de bons résultats.

CHAPITRE IV

MÉDECINE LÉGALE

Expertises médico-légales — Electrocution

La mort par les courants électriques intéresse la médecine judiciaire à un double point de vue.

1° Les accidents, entraînant ou non la mort, peuvent donner lieu à des expertises médico-légales.

2° La peine capitale peut être infligée aux condamnés à mort, en se servant des courants électriques à haute tension ; c'est le procédé appelé aux Etats-Unis: *Electrocution*.

Dans une première partie, nous étudierons les règles que devra suivre le médecin légiste dans une expertise provoquée par un cas de sidération industrielle ; la seconde partie de ce chapitre sera réservée à l'étude de l'électrocution.

Expertise médico-légale. — Dans le cas d'un accident produit par les courants électriques, on peut prendre, comme base de la mission de l'expert, les termes mêmes dont se servent les magistrats. Les questions posées au médecin-expert seront les suivantes :

On lui demandera :

1° De visiter le blessé et de reconnaître l'état où il se trouve;

2° De constater la nature du traumatisme;

3° La cause des blessures;

4° Les conséquences de l'accident.

En cas de mort, l'expertise doit porter sur l'examen du cadavre pour déterminer la cause de la mort, et dire si elle est due à l'électricité. Ce sont d'ailleurs là les questions qui se posent dans une affaire quelconque de coups et blessures (1).

Examinons d'abord le cas d'un accident non mortel.

Le traumatisme électrique présente ce caractère particulier qu'il peut produire ou non, suivant le cas, des brûlures qui sont la marque même du passage du courant.

Nous avons vu, dans plusieurs des observations du chapitre III, que la gravité des brûlures, loin d'être en rapport avec les conséquences du traumatisme électrique, présentait au contraire, une proportionalité inverse; que d'après Dana, Coombs Knapp et nos propres observations, à des brûlures graves correspondent généralemeet des conséquences légères; qu'au contraire, le pronostic est plus sombre, quand la lésion externe présente peu d'importance.

Le médecin expert ne devra donc pas accorder à la lésion externe autant d'importance qu'elle semble en mériter de prime abord et faire porter principalement

(1) Voir *Vade-mecum du médecin légiste* du professeur Lacassagne, p. 77 et 237.

son examen sur les modifications de l'état général de la victime et plus particulièrement sur les symptômes nerveux qu'elle peut présenter.

Comme le dit le professeur Lacassagne, dans son Précis de médecine judiciaire, « les suites immédiates « des blessures et leurs conséquences plus ou moins « éloignées, méritent de fixer spécialement l'attention, « puisque cette appréciation sert de base à l'application « de la loi. »

Pour ce qui est des brûlures, l'examen du blessé au point de vue de l'intégrité de ses fonctions, de la liberté de ses mouvements, ou du trouble apporté à son genre de vie, à sa profession, ne présente rien de particulier, rien de difficile. Sur ce point cependant, la simulation peut s'exercer, et, dans quelques cas, le diagnostic différentiel des brûlures électriques et des brûlures d'autre origine, est à peu près impossible.

Mais, apprécier les complications d'ordre interne, au point de vue de l'incapacité de travail qu'elles provoquent, rechercher la simulation, au milieu des symptômes d'hystéro-traumatisme que peut présenter la victime; déterminer le caractère des infirmités momentanées ainsi créées par ces états nerveux, voilà les points difficiles de la tâche du médecin expert. Quant à l'exagération de symptômes existant réellement, elle est très fréquente, mais dans beaucoup de cas, elle peut être inconsciente. Ces symptômes, si bien appelés par le professeur Lacassagne *symptômes procéduriers*, apparaissent au moment de la réglementation des demandes d'indemnité et pendant les procès engagés.

Les accidents dus au courant électriques, peuvent en

effet donner lieu à des actions en dommages intérêts. Nous citerons à ce propos, un fait curieux.

Dans une filature, à C..., un ouvrier fut tué en touchant une pièce métallique mise en contact accidentel avec un conducteur d'éclairage électrique. Quelques minutes avant cet accident mortel, deux de ses camarades avaient eux aussi éprouvé par contact accidentel au même point. une violente commotion ; mais pour eux, tout s'était borné là. La victime avant sa mort, avait contracté une police d'assurance dans une compagnie contre les accidents. Ses héritiers intentèrent alors une action à cette compagnie, demandant une indemnité. La compagnie d'assurances refusa de payer, se basant sur ce fait que la même décharge avait été inoffensive pour les deux autres ouvriers, et que, si son client avait succombé, c'est qu'il devait présenter des prédispositions quelconques à ce résultat fatal. Le médecin, qui avait soigné la victime dans une maladie antérieure, avait donné des conclusions non conformes à l'hypothèse de la Cie d'assurances ; mais, aucun examen contradictoire n'est venu donner la preuve de l'affirmation de ce médecin.

Pour nous, après l'étude générale que nous avons faite des conditions et des circonstances qui influent sur la gravité du contact avec un conducteur, nous savons que l'explication de la gravité variable de la décharge électrique réside pour beaucoup dans la nature de ces contacts. La victime de l'accident de C..., a dû offrir au passage du courant des contacts plus parfaits que ses camarades. Peut-être avait-elle la main couverte de sueur, les pieds mouillés ou reposant sur un sol bon conducteur ? Nous croyons qu'il n'est nullement besoin

d'invoquer ici une prédisposition hypothétique pour expliquer la mort.

L'accident de Dieulefit, se présente avec les mêmes circonstances. Là encore, le même traumatisme a eu des conséquences graves pour une femme, et n'en a pas eu pour plusieurs personmes atteintes de la même façon. Là aussi, l'enquête ne nous dit pas si ces personnes ont été frappées dans les mêmes conditions que celles où se trouvait la victime. Cependant on pourrait peut-être invoquer dans ce cas une prédisposition, bien qu'on ne trouve rien, dans les antécédents de cette femme, qui puisse l'expliquer.

Dans un certain nombre de cas la décharge électrique ne crée pas les lésions principales, mais elle provoque indirectement un traumatisme plus grave. Dans de nombreuses relations d'accidents arrivés aux Etats-Unis, nous voyons que des ouvriers, travaillant au sommet de poteaux d'éclairage électrique, ont éprouvé, par contact avec un conducteur, une commotion qui a provoqué leur chute. Nous n'avons pas voulu citer, au Chapitre III, un certain nombre d'observations de cette nature, car il est difficile de distinguer dans les symptômes cliniques présentés par la victime, la part du traumatisme électrique et celle de la chute. Le médecin expert devra, dans un pareil cas, étudier longuement l'état du blessé.

Dans tous les cas, l'expertise doit non seulement porter sur la victime, mais sur les circonstances dans lesquelles l'accident s'est produit,

L'enquête (1) devra faire connaître si le courant est

(1) Pour cette partie technique du rapport, le parquet devra nommer un expert électricien, un ingénieur des télégraphes par exemple.

continu ou alternatif, quelle est sa tension, son intensité et sa fréquence ; quelle est la nature du conducteur, s'il est isolé ou non ; si l'isolant présente des cassures, et si par suite le câble offre des portions dénudées. On demandera à la victime si elle avait les mains couvertes de sueur au moment du contact, si ce contact a été de courte ou de longue durée, dans quelle position elle se trouvait, quels étaient la nature et l'état du sol sur lequel elle reposait ; si ses chaussures étaient mouillées et si la semelle portait des clous.

Le médecin-légiste n'aura pas, dans l'immense majorité des cas, à faire le diagnostic entre la mort par accident et la mort par suicide. Nous avons trouvé cependant une observation d'accident mortel où il semble résulter de l'enquête que la victime avait l'intention de se donner la mort. Ce fait s'est produit en 1885, à Paris, dans les ateliers de M. Chertamps, constructeur de machines dynamo-électriques. — L'hypothèse d'homicide doit être aussi prévue.

En dehors des cas de simulation, qui seront probablement très rares, la défiance du médecin-expert devra parfois être mise en éveil. Le docteur C. Knapp(1) cite le cas d'un cocher qui, ayant cru recevoir une décharge électrique en passant sur les rails du railway électrique de West End Street, à Boston, éprouva à la suite de ce choc imaginaire tous les symptômes d'un hystéro-traumatisme typique. D'autre part, Thompson rapporte le cas d'un homme de cinquante ans qui vit un jour un accident électrique mortel. Deux semaines plus

(1) *Boston medical Journal*, 1890, p. 135.

tard, il se heurta à un fil mort, c'est-à-dire ne conduisant aucun courant. Il tomba sans connaissance et quelques heures après on le reconnut atteint d'hystérie traumatique. Il présentait de l'hémiplégie et de l'hémianesthésie droite.

Dans le cas où la victime a trouvé la mort, la tâche du médecin-légiste est relativement plus facile. Le diagnostic de la cause de la mort sera facilité par la chute de la victime dans le voisinage immédiat de conducteurs ou d'appareils électriques. L'examen de la position du cadavre, de la nature et de l'état du sol, de la chaussure de la victime et du conducteur électrique, devra être fait avec le même soin que dans le cas précédent.

Nous croyons bon, pour fixer les idées sur le genre de lésions qu'on observe dans les accidents mortels, de donner les résultats d'un assez grand nombre d'autopsies. On les trouvera dans les observations suivantes :

Observation XXVIII (empruntée au Dr Eduardo Pla)

Accident arrivé à Cuba

Le 20 février 1891, à 7 heures 30 du soir, le nommé Francisco Casado, 21 ans, originaire de la province de Malanzas, était occupé à graisser une des dynamos de l'usine électrique de cette ville, quand, distrait par une conversation, il toucha de la main droite un des conducteurs.

Cette décharge le foudroya, mais la mort ne fut pas instantanée, puisque quand le Dr Nunez de Castro arriva, vingt minutes après l'accident, la victime conservait encore un peu de vie. Les efforts de ce médecin et de ses collègues de l'Hôpital militaire accourus aussitôt furent inutiles et Casado succomba bientôt.

Le Dr Nunez, qui a examiné attentivement le cadavre et dont les données ont bien facilité notre étude, n'a relevé dans l'aspect extérieur aucun signe de lésion traumatique. La température superficielle appréciée au toucher semblait normale. L'attention était attirée par la pâleur profonde et générale de tout le corps.

A la région carpienne de la main droite, pas de déformation apparente; mais en imprimant des mouvements, on percevait de la crépitation. Lésion à la face antérieure des doigts et au pouce de la main droite; la peau de ces régions était rugueuse, couverte d'aspérités.

Nous avons pratiqué l'autopsie dix-huit heures après la mort, avec l'aide des docteurs Franca et Obregon, directeur du service des autopsies de la ville. Elle démontra qu'il n'existait aucune lésion traumatique; la crépitation notée par le Dr Nunez se percevait néanmoins et était due à la disparition de la synovie et au frottement des surfaces articulaires.

Les muscles du bras droit présentaient un relâchement complet; en revanche les fléchisseurs des doigts de la main gauche étaient fortement contractés.

La peau de la région postérieure du corps offrait la couleur propre au décubitus; sur les parties latérales, aux extrémités des membres, sur le thorax, l'abdomen, le scrotum, on remarquait une couleur vive écarlate sur laquelle se dessinait capricieusement le réseau vasculaire de couleur bleuâtre, surtout au bras gauche.

Des fosses nasales s'écoulait un filet de sang à moitié fluide et de couleur foncée.

Les globes oculaires étaient projetés en avant; la moitié inférieure paraissait abaissée. Sur la circonférence de la cornée et tangente à elle, on remarquait sur l'œil droit une tache de couleur livide, linéaire, à direction horizontale, offrant l'aspect d'une ecchymose sous-conjonctivale; par dessous, sur le fond bleuâtre de la sclérotique, on voyait le réseau vasculaire formant un angle à sommet inférieur. A l'œil gauche, la tache ecchymotique était plus petite et l'injection vasculaire moins nette.

Les muqueuses oculaires, nasale, buccale avaient perdu leur couleur rosée et pris une teinte pâle.

Dans la cavité crânienne, les méninges étaient fortement hyperhémiées. Toute la masse encéphalique, de consistance nor-

male, présentait un pointillé rose assez dense dans toute son épaisseur. Les sinus étaient pleins de sang noir.

Dans la cavité thoracique, les poumons étaient également congestionnés ; ils présentaient trois zônes de couleur sombre. comme s'ils avaient été brûlés, alternant avec des zones de couleur, normale. Dans une coupe des premières, on voyait une ecchymose franche, formée par une extravasation sanguine, infiltrée dans le parenchyme. Le poumon criait à la coupe, et il s'en écoulait un sang noir et fluide. Le cœur était arrêté en systole ; ses cavités étaient vides, ses parois et ses valvules normales. Dans la cavité abdominale, le foie apparaissait avec son tissu et sa coloration normale ; mais à sa face inférieure, au niveau de l'angle gauche et de son bord, on voyait une zône de couleur sombre, entièrement semblable à celle des poumons et formée comme elle de sang extravasé. La vésicule biliaire ne renfermait aucun liquide.

L'estomac contenait des aliments non digérés et ne présentait, ainsi que les intestins, rien d'anormal. Les reins étaient légèrement hyperhémiés. Nous ne pûmes pratiquer l'examen histologique d'aucun tissu, pas plus que l'analyse chimique ou spectroscopique du sang, qui auraient pu nous faire connaître leurs altérations.

Observation XXIX (1)

(Rapport médico-légal du professeur Brouardel)

Autopsie du sieur Martin, tué le 6 *août* 1882, *vers dix heures du soir, par l'électricité, dans le jardin des Tuileries*

Le cadavre est celui d'un jeune homme paraissant âgé de 19 ans, d'une taille peu élevée, peu vigoureux. La putréfaction n'est pas commencée et la rigidité cadavérique est encore très prononcée (soixante-deux heures après la mort, mais le cadavre a été placé dans un four frigorifique).

(1) In thèse de Grange, Paris, 1885.

Les épaules et les parties déclives du corps présentent une teinte rosée rappelant celle qu'on note dans les cas d'asphyxie par les vapeurs de charbon, ainsi qu'un abondant petit piqueté hémorrhagique, occupant principalement les deux faces du thorax et la partie supérieure des bras.

Sur la face, nous constatons un sillon de forme un peu irrégulière, sinueux, de teinte gris ardoisé, mesurant dans sa plus grande largeur de deux à trois centimètres sur une longueur de vingt-six centimètres. Il n'a que quatre à cinq millimètres de largeur au niveau de l'aile du nez. Ce sillon part de l'aile gauche du nez, traverse la joue de haut en bas, passe au niveau de l'angle de la mâchoire inférieure et vient se terminer au niveau de l'angle interne de la fosse sus-épineuse, au niveau du bord supérieur de l'omoplate. Sa coloration, avons-nous dit, est légèrement gris ardoisé; ses bords sont limités par un petit liseré blanchâtre, doublé en dehors par un autre liseré rougeâtre. Ces bords ne sont pas rectilignes, mais en zig-zag, sur toute l'étendue du sillon. L'épiderme se détache facilement. Il n'y a pas sur le derme de pointillé rouge, ni d'épanchement de sérosité.

Un peu plus haut que ce sillon, on en voit un second, plus petit et moins large, long de sept centimètres environ et partant du bord de l'hélix pour se diriger en avant, au-dessous de l'apophyse externe du frontal. Le lobule de l'oreille gauche est légèrement atteint. Ce petit sillon présente le même aspect et la même coloration que le précédent, seulement ses bords sont moins nets et ne sont pas limités par de petits liserés blancs et rouges.

A la main gauche se trouve une petite érosion grisâtre au niveau du pli articulaire formé par l'articulation du cinquième métacarpien avec la première phalange du cinquième doigt. On constate une semblable érosion sur la partie moyenne de la face palmaire de la première phalange du quatrième doigt. Ces petites érosions sont constituées par une élevure un peu dure de l'épiderme qui est grisâtre et se détache facilement; elles ne sont pas doublées de sérosité. Sur la partie postérieure du coude droit, et à la racine du nez, il y a une petite plaque parcheminée.

A la pression du canal de l'urèthre, on fait sourdre une goutte de sperme.

Sous le cuir chevelu, on constate au niveau de la bosse temporale gauche, une vaste suffusion sanguine et en arrière de la bosse temporale droite quelques ecchymoses.

Les os du crâne ne sont pas fracturés.

Le cerveau n'est pas congestionné, mais la surface des circonvolutions est molle et adhère aux méninges, de façon qu'on ne peut les décortiquer sans en enlever une couche assez notable. La substance blanche est un peu pâteuse.

La trachée contient un peu de spume bronchique blanche.

Les poumons présentent des adhérences pleurales à droite.

La plèvre du poumon gauche est criblée par de nombreuses ecchymoses sous-pleurales. Les poumons sont très congestionnés et peu crépitants.

Le péricarde renferme un peu de sérosité. Il y a quelques petites ecchymoses sous-péricardiques, près des sillons vasculaires. Le cœur est rempli de sang liquide, rutilant, couleur vermillon rosé. Au contact de l'air, la couleur du sang ne tarde pas à devenir plus foncée.

Dans l'artère pulmonaire se trouve un petit caillot sanguin, mou et rouge. L'aorte est remplie de sang liquide. Les valvules sont saines.

La cavité abdominale renferme un peu de sérosité.

Le foie et la rate sont sains.

Les reins sont un peu congestionnés ; cependant ils paraissent sains et se décortiquent très bien.

L'estomac renferme quelques grammes de matières alimentaires. Sa muqueuse présente un petit piqueté blanchâtre et les veines sont très injectées. Les intestins ont en certains endroits une teinte légèrement violacée. A ce niveau, la muqueuse intestinale est un peu rougeâtre et les follicules clos très apparents.

Nous avons recueilli dans des tubes du sang contenu dans le cœur pour le soumettre à l'examen spectroscopique. Cet examen nous a donné les raies normales du sang oxygéné, réductible par le sulfhydrate d'ammoniaque.

Conclusions :

1° Les lésions notées à l'autopsie du cadavre du jeune Martin

(Emile) sont celles que l'on trouve après les convulsions provoquées par lésion du bulbe;

2° Les sillons notés sur la face ont été produits par une décharge électrique d'une grande puissance;

3° La mort est le résultat de cette décharge électrique. Elle a dû être foudroyante et avoir pour cause immédiate l'arrêt du cœur.

Observation XXX (1)

Autopsie (faite à l'hôpital militaire du Gros-Caillou, à Paris) *du nommé Konarec, soldat infirmier, tué par l'électricité le 6 août* 1882, *vers* 10 *heures du soir, dans le jardin des Tuileries* (Dr Bourrot).

L'autopsie est faite 43 heures après la mort.

Le cadavre est celui d'un sujet vigoureux, bien musclé, d'une taille de 1m65. La face est pâle, les oreilles vivement congestionnées et marbrées de tâches noirâtres qu'on retrouve disséminées sur le reste du corps. Ces taches existaient quelques heures après la mort et ne paraissent point le résultat de la décomposition cadavérique. La rigidité cadavérique, très prononcée jusqu'à la trentième heure, a maintenant presque tout à fait disparu.

On ne trouve sur le corps aucune trace de blessure; les mains seules présentent des particularités intéressantes à noter; sur la main gauche, on trouve cinq traces de brûlures qui méritent la description suivante :

La première, sur la face palmaire du pouce, un peu au-dessus du pli interphalangien; les autres, au nombre de quatre, sont placées sur chacun des derniers doigts, une au-dessous du pli phalango-phalangien, elles sont allongées, transversales et parallèles à ces plis; elles sont situées sur le trajet d'une même ligne et présentent à peu près les mêmes dimensions, c'est-à-dire deux millimètres de largeur sur six millimètres de longueur. La main droite porte des lésions semblables, mais autrement disposées; on

(1) Grange. *Loco citato*.

trouve une brûlure sur le pouce, à la face externe, un peu au-dessus du pli articulaire; elle est un peu plus profonde que les précédentes et revêt une couleur noirâtre à son centre; elle est aussi un peu moins régulière et revêt la forme d'une ligne brisée de deux millimètres de largeur sur cinq millimètres de longueur. Cinq autres brûlures sont groupées à la partie inférieure de l'éminence hypothénar. Celles-ci sont à peine larges comme des lentilles, blanchâtres. Quatre d'entre elles font groupe autour de l'extrémité interne du pli palmaire inférieur, la dernière est placée en face de l'annulaire gauche.

Toutes ces brûlures ne dépassent pas le derme. Toutes sont blanchâtres et sèches; cependant, sur celles de la main droite, on enlevait le derme; on constate un peu de sérosité citrine à la face inférieure.

Organes thoraciques. — Le poumon est retenu par quelques adhérences pleurales, en arrière et au sommet, des deux côtés; il n'y a point de liquide dans la cavité de la plèvre, et il n'y a point d'ecchymose sous la séreuse. Les deux poumons sont très congestionnés et gorgés de sang noirâtre, non coagulé; à mesure qu'on sectionne l'organe, on remarque que le sang noir devient rouge au contact de l'air.

Le cœur présente une assez grande quantité de graisse dans les plis interauriculaires et interventriculaires; il n'y a point de liquide épanché dans le péricarde. Les cavités de l'organe, oreillettes et ventricules, sont complètement vides; le ventricule droit est flasque, affaissé; le ventricule gauche est remarquable par le durcissement de ses parois qui semblent avoir été immobilisées pendant la période systolique du cœur; la cavité ventriculaire paraît rétrécie, elle est complètement vide; aucun caillot, ni dans l'aorte, ni dans l'artère pulmonaire.

Le foie pèse 1.600 grammes; il est congestionné ainsi que la rate et les reins, ces viscères ne présentent rien d'anormal dans leur parenchyme.

L'estomac, lié au pylore et au cardia, c'est-à-dire enlevé avec son contenu, pèse 1.250 grammes; son contenu est composé de matières alimentaires, et notamment d'une certaine quantité de vin, qu'on peut évaluer à un litre environ. L'intestin renferme une certaine quantité de matières alimentaires, le gros intestin

contient des matières fécales : il n'y a pas eu d'évacuation au moment de l'accident. Les parois de l'estomac et des intestins ne sont pas contractées, mais au contraire flasques et sans rigidité aucune.

Il en est de même des parois vésicales qui sont molles et contiennent 150 à 200 grammes d'urine limpide et transparente. Nous ne trouvons pas de sperme dans le canal de l'urèthre et il ne paraît pas y avoir eu d'éjaculation; le corps spongieux de l'urèthre, le gland sont un peu congestionnés, les corps caverneux sont flasques et vides.

L'encéphale est très congestionné à la périphérie, il s'écoule une grande quantité de sang à l'ouverture des sinus. La pie-mère contient un lacis veineux à l'état d'hypercongestion. Il n'y a pas de quantité anormale de liquide, ni dans la cavité, ni dans l'espace sous-arachnoïdien. Point de sang extravasé. Les ventricules cérébraux sont vides; les coupes faites sur le cerveau, le cervelet, la protubérance ne révèlent rien de particulier. Le piqueté vasculaire normal paraît peu exagéré, ce qui contraste avec la congestion extrême des parties périphériques Les mêmes observations sont faites sur le bulbe et sur la moelle épinière enlevée dans toute son étendue.

Conclusions. — Les brûlures des mains ont été produites par le fil électrique. Le soldat Konarec est probablement mort par arrêt du cœur résultant lui-même d'une excitation violente du pneumogastrique; l'arrêt n'a pas été définitif au moment même de l'accident, mais le cœur n'a pu reprendre ses fonctions; consécutivement à cette gêne de plus en plus marquée s'est produite la congestion asphyxique trouvée dans tous les viscères, notamment dans les centres nerveux.

Observation XXXI (1) (due au Dr Hoffmeyer)

Accident arrivé à Buffalo, Etats-Unis.

Samuel Smith, tué par un courant électrique, le 7 août 1881, dans la soirée, autopsie faite le 8, dans l'après midi. La cavité

(1) *The pathology of death by electricity.* Philip Domlin. *Medico-legal Society*, New-York, 20 octobre 1889.

thoracique ouverte, on trouva les poumons dans un état de congestion hypostatique ; adhérence pleurale du côté droit. Cœur normal ; le ventricule droit contient du sérum.

L'estomac émet une odeur d'alcool (le sujet avait bu avant de mourir).

Rate et reins normaux.

Cerveau normal.

Sang remarquablement fluide.

La surface du corps présente une trace noire, linéaire, allant d'une épaule à l'autre.

Observation XXXII (due au Dr Delancey, de Buffalo)

Isaac Molton, de Morton, nègre, âgé de 31 *ans, tué par les courants électriques, le* 6 *février* 1888.

Taille six pieds, sujet bien musclé, bien conformé.

Lésions externes. — Sur le dos de la main droite, juste au dessous du pouce, l'épiderme est enlevé. A la face palmaire du petit doigt et de l'annuaire de la main gauche, l'épiderme est détruit ; même lésion à la face dorsale de la première phalange et à la face interne du médius. Aucune autre lésion sur le corps.

Tête (cerveau et ses enveloppes), vaisseaux distendus par du sang fluide. Rien autre chose à noter.

Cavité thoracique. Péricarde normale; petite ecchymose sur le foyer viscéral du péricarde. Cavité du cœur remplie d'un sang fluide et noir ; cœur d'ailleurs normal ; commencement d'athérome de l'aorte. — Poumons manifestement congestionnés, remplis de sang fluide et désoxygéné. Cavité abdominale. Rate de grosseur normale, dure et congestionnée. — Les deux reins durs et congestionnés. — Foie normal. — Légère congestion sous muqueuse de l'estomac. Vessie normale.

Observation XXXIII (relatée dans le *Report of senate Committee on general Laws as to Electricity and electric Lighting*)

Accident arrivé à New-York

Willam Meyer, 48 ans, Allemand, employé à la Compagnie *Express Adam*, tué, numéro 59, Broadway, le 16 juillet 1888, en nettoyant une lampe électrique. Autopsie faite par le Dr William Meagher, le 17 juillet 1888.

Taille moyenne. Bien constitué.

Rigidité cadavérique bien marquée, vingt-quatre heures après la mort, semblant produite par un spasme tonique musculaire. Tache livide sur le bord supérieur de l'orbite droit et sur la joue. L'oreille droite semble brûlée par un fer rouge et usée par le frottement d'une surface rugueuse. Sur le reste du corps, pas de marque spéciale, le pouce et l'index de la main droite ont été amputés pour d'anciennes lésions.

Sur le poumon gauche, vieilles adhérences pleurétiques étendues. Les deux poumons sont anormalement congestionnés.

Cœur vide, portant les traces d'une ancienne péricardite.

Les reins, la rate, le foie, etc., plus ou moins congestionnés, mais à part cela normaux.

Dans tous les organes, le sang est fluide, noirâtre, indiquant une complète décomposition chimique et physiologique. Cerveau congestionné, mais normal.

Observation XXXIV (1)

Accident arrivé à New-York

Frédéric Witte, âgé de 23 ans, né en Allemagne, foudroyé le 28 avril 1888, sur le Bowery. Debout sur la grille en fer d'une cave, il avait touché la monture d'une lampe électrique.

(1) *Report of senate committee*, etc...

L'autopsie a révélé une légère brûlure du pouce, de l'index et du médius de la main droite. Coloration intense du cou par congestion sanguine. Pupilles également contractées. Rigidité du corps, huit heures après la mort. Aspect normal.

Poumons très congestionnés, cœur vide, estomac, foie, reins, congestionnés. Cerveau normal, mais congestionné. Le sang est fluide, noir, légèrement grumeleux.

Observation XXXV (1)

Autopsie faite par les docteurs Meagher, Jenkins et Biggs

Meyer Stauffer, 18 ans, tué le 15 avril 1888, à minuit quinze, Forsyth street, New-York.

Ce jeune homme ayant les mains mouillées (temps pluvieux) toucha un fil d'éclairage électrique qui pendait le long d'un poteau. Il tomba foudroyé.

Les doigts étaient fléchis; rigidité cadavérique bien marquée; pas trace de lésions sur le corps. Il semble bien constitué.

Le cerveau et les méninges sont normaux et les deux ventricules contiennent du sang fluide.

Pointillés hémorragiques (taches de Tardieu) sur l'endocarde et sur le péricarde.

Les poumons sont normaux, congestionnés.

Taches de Tardieu nombreuses répandues à la surface de la plèvre viscérale, sur les deux poumons. Muqueuse bronchique congestionnée, mais normale.

Sang fluide.

Observation XXXVI (due au Dr Matzinger qui fit l'examen microscopique des tissus d'une victime d'accident électrique)

Accident arrivé aux Etats-Unis

Le foie, les reins, la rate étaient normaux, mais les vaisseaux étaient gorgés de sang. Dans les poumons nombreuses hémor-

(1) *Report of Senate Committee,* etc.

ragies capillaires, à l'intérieur des vésicules pulmonaire. Le tiers au moins de ces vésicules était rempli par le sang, car, plongé dans l'eau, le poumon allait au fond.

Aucun organe n'était altéré dans sa structure, le muscle volontaire ne semblait avoir subi aucune altération. Le péricarde était semé de petites ecchymoses ainsi que les valvules du cœur droit et du cœur gauche. Ces taches ecchymotiques étaient très superficielles. Le sang ne se coagulait pas ; il était noir. Les globules rouges d'aspect normal, subissaient les changements caractéristiques quand on les traitait par l'eau. Quelques-uns avaient un aspect crénelé. Les globules blancs étaient déchiquetés, accumulés ensemble; ils semblaient altérés. La proportion des globules blancs et rouges était normale. Il en était de même des « bloods placques » (hématoblastes?) qui flottaient librement. Pas de caillots fibrineux. En résumé, rien de caractéristique.

Observation XXXVII (empruntée au *Report of Senate Committee*)

Autopsie faite par les docteurs Jenkins, Weston et O'Hare (1), *vingt heures quarante minutes après la mort*

Joseph Mazza, italien, âgé de 33 ans, tué le 14 septembre 1889, à une heure de l'après-midi, au coin de Houston-Street et de Chrystie-Street, New-York (n° 222).

Il se tenait sur une marquise en fer, quand il saisit avec la main un conducteur électrique; la décharge le fit tomber face en avant sur ce fil. Il s'affaissa foudroyé.

Examen externe. — Taille cinq pieds neuf pouces. Teint pâle; constitution robuste. Rigidité cadavérique bien marquée. Pas d'écoulement de sperme par le méat.

(1) Le nom de la victime de cet accident serait Joseph Mazza d'après le docteur Jenkins ; Joseph Mecci d'après l'enquête de la Commission sénatoriale.

Lésions superficielles et profondes à la face, aux deux bras et au membre inférieur droit.

1° Lésion superficielle du nez, longue de 38 millim., large de 6, s'étendant diagonalement de droite à gauche. Elle n'est pas dûe, semble-t-il, à une brûlure.

2° Lésion superficielle s'étendant horizontalement au-dessous de l'œil gauche, longue de 38 millimètres. Elle ne semble pas due à une brûlure.

3° Lésion en partie superficielle et en partie profonde de la mâchoire supérieure droite. Elle commence à 25 millimètres à droite de la ligne médiane, et s'étend jusqu'à l'angle de la mâchoire du même côté, couvrant un ovale irrégulier de 63 millimètres de longueur sur 38 de largeur. Destruction complète ou partielle de la peau de cette région.

Dépressions circulaires, au nombre de neuf, pénétrant jusqu'à la branche de la mâchoire, dispersées sur la surface décrite. Ces lésions sont dues à des brûlures.

4° Lésions profondes du cou, longues de 16 centimètres et variant de six à dix-huit millimètres de largeur à la partie antérieure et supérieure du cou à 2, 1 millimètres de l'os hyoïde Elle commence à 51 millimètres à gauche de la ligne médiane et s'étend horizontalement jusqu'à l'apophyse mastoïde du temporal droit.

A gauche, lésions qui ont intéressé la peau et les tissus superficiels sur une profondeur de 4,2 millim. Sur la pomme d'Adam, les ligaments entre les cartilages et l'os hyoïde sont mis à nu, mais la cavité du larynx n'est pas ouverte.

Du côté droit, lésions transversales portant sur presque toutes les fibres du sterno-cleïdo-mastoïdien, aussi bien que sur les tissus plus profonds, découvrant l'apophyse transverse de la vertèbre cervicale, au niveau de la corne droite de l'os hyoïde.

L'artère carotide droite et la veine jugulaire sont restées intactes.

Toutes ces lésions sont dues aux brûlures.

5° Lésion superficielle et profonde à la face dorsale de la main droite, longue de 38 millimètres, large de 12, profonde

de 2 à 4 millimètres, s'étendant diagonalement en travers de l'articulation de la troisième phalange du médius et dirigée en bas, de droite à gauche. Brûlure.

6° Lésion profonde intéressant l'os de la phalange moyenne de l'index et les articulations de la première et de la seconde phalange de l'annulaire à sa face palmaire. Ces lésions sont toutes transversales, d'une profondeur de 2 à 4 millim., d'une largeur de 6 millim. et intéressent la peau, les tissus superficiels et le tissu osseux sur une plus ou moins grande étendue.

VII. — Lésions superficielles et profondes, au nombre de trois, sur le coude gauche, parallèles entre elles. En haut, lésion longue de 38 millim., large de 6 millim., de 2 à 4 millim. de profondeur, s'étendant diagonalement de gauche à droite et intéressant les tissus superficiels immédiatement au-dessus de l'olécrâne; au milieu, à 6 millim. au-dessous de la première, lésion longue de 50 millim., large de 6, profonde de 2 à 4 millim., intéressant les tissus superficiels et l'olécrâne; la lésion inférieure, située à 6 millim. au-dessous de la lésion moyenne, a 38 millim. de longueur, 6 millim. de largeur et n'intéresse que les tissus superficiels. — Lésion due à une brûlure.

VIII. — Lésion profonde à la face dorsale des deux premières phalanges de l'orteil du milieu, à l'extrémité droite et inférieure, longue de 25 millim., large de 6, de 2 à 4 millim. de profondeur, intéressant les tissus superficiels et l'articulation de la première avec la seconde phalange. Brûlure.

Etat des organes. — Hyperhémie générale de tous les gros organes.

I. *Cœur.* — Grosseur normale, il ne présente pas de rupture, ni de maladie organique. Hyperhémie marquée de tout l'organe; taches hémorragiques isolées, de la grosseur d'une tête d'épingle, dispersées à la surface, plus marquées à la pointe où elles forment un groupe d'une quarantaine L'oreillette droite est distendue par du sang fluide, aussi bien que le ventricule droit. L'oreillette et le ventricule gauches en contiennent une moins grande quantité.

II. *Poumons*. — Le poumon droit fortement hyperhémié et congestionné, de couleur rose, présente un petit nombre de taches hémorragiques isolées, semées à sa surface. Il y a des adhérences pleurétiques en arrière. Hypostase sur le bord supérieur de la partie inférieure sous-jacente. Poumon gauche hyperhémié et congestionné, de même couleur que le droit. Taches hémorragiques en grand nombre. Hypostase comme dans le poumon droit. Les deux poumons crépitent franchement quand on les presse. Pas de maladie organique.

III. *Foie*. — Grosseur normale. Ne présente pas de maladie organique. Hyperhémie marquée.

IV. *Reins*. — Tous les deux de grosseur normale. Pas de maladie organique. Hyperhémie marquée.

V. *Rate*. — Mêmes remarques.

VI. *Estomac*. — Contracté et hyperhémié par le travail de la digestion ; contient une petite quantité de nourriture en voie de digestion. Pas de maladie organique.

VII. *Cerveau*. — Hyperhémie et congestion comme dans les autres organes. Ne présente pas de maladie organique. Tous les petits vaisseaux sont injectés de sang. Une tache isolée de congestion, d'un pouce de long. de 6 millim. de largeur, sur le lobe temporal gauche.

VIII. *Cervelet* — Hyperhémié. Petits vaisseaux injectés. Pas de maladie organique.

IX. *Moelle allongée*. — Mêmes remarques.

Dans tout le corps, le sang est fluide; pas de tendance à la coagulation.

Observation XXXVIII (empruntée au *Report of Senate Committee*, etc.

Autopsie faite par le Dr Jenkins

Charles Erdman, allemand, 39 ans, tué par contact avec un conducteur électrique, le 8 octobre 1889 à 4 heures et demie du soir, Grand street, nº 155, New York.

Examen externe. — Corps bien constitué et bien musclé. — Rigidité cadavérique marquée.

Brûlures profondes des parties molles du pouce et de la face palmaire du premier et du troisième doigt de la même main. — Brûlure intéressant la peau au pli de la fesse gauche d'environ 90 millimètres de long et 12 millimètres de largeur. — (les brûlures de la main mesurent de 12 à 18 millimètres de long et ont été faites dans un mouvement de préhension du fil conducteur).

Examen des organes. — Le cœur est normal A l'ouverture des vaisseaux, il s'écoule un sang fluide. On trouve dans l'oreillette droite des caillots imparfaitement formés, mous et noirs. Le poumon gauche est adhérent à la plèvre costale par sa surface entière, excepté par sa pointe. Les deux poumons sout congestionnés. — L'estomac, les intestins et le foie aussi. Les reins sont volumineux, légèrement granuleux et congestionnés.

Hémorragie considérable sous la dure-mère; mais le sang est fluide. Le cerveau est congestionné. Fracture de la base du crâne, s'étendant depuis l'écaille du temporal droit, à travers le rocher et le corps du sphénoïde, jusqu'à l'écaille du temporal gauche.

Observation XXXIX (empruntée au *Report of Senate Comittee*)

Autopsie faite, le 12 *octobre, par le Dr Jenkins du corps de John E. H. Feeks, âgé de* 39 *ans, foudroyé pendant qu'il travaillait sur un poteau des lignes télégraphiques de la South Western Co à l'angle de Chambers street et de Centre street, le* 11 *octobre* 1889, *entre* 1 *et* 2 *heures de l'après midi.*

Corps bien constitué ; rigidité bien marquée.

Brûlures. — I. Brûlure étendue commençant à l'apophyse mastoïde, s'étendant à travers la joue dans la bouche, et intéres-

sant en partie le maxillaire. Brûlure de la langue, de la lèvre supérieure, de la lèvre inférieure, s'étendant à l'angle de la mâchoire du côté gauche.

II. Brûlure profonde de l'os, partant en arrière de l'oreille droite et s'étendant jusqu'à l'angle externe de l'œil droit. Brûlure profonde à la racine du nez dont tout le côté droit est détruit et l'os mis à nu.

III. Petite brûlure au menton ; brûlure du cou longue de 177 millimètres, horizontale, ouvrant le larynx au dessous du cartilage thyroïde (pomme d'Adam) et intéressant le bord du muscle sterno-cléïdo mastoïdien. Les gros vaisseaux n'ont pas été touchés.

IV. — Pied gauche. Face plantaire; orteils et surface externe atteints par une brûlure étendue, marquée spécialement sur la portion antérieure et externe de la région plantaire. Semelle du soulier profondément brûlée.

V. — Main droite atteinte d'une brûlure près du pouce, découvrant largement l'os et ouvrant l'articulation métacarpo-phalangienne (du pouce et de la main). L'index, le médius et l'annulaire présentent des brûlures étendues. A la face dorsale de la main gauche, nombreuses brûlures superficielles.

Examen interne. — Cœur légèrement dilaté. A la surface du péricarde, quatre pétéchies ou taches hémorragiques. La plèvre droite présente de nombreuses pétéchies, interlobaires; couche fibrineuse à la surface; il y en a peu sur la plèvre gauche.

Poumons congestionnés; ils présentent à la surface pleurale quelques larges hémorragies circonscrites, dont la taille varie depuis une pièce de cinq cens jusqu'à un pouce de diamètre.

Le sang était partout parfaitement fluide et de coloration noire. Tous les organes congestionnés.

Cause de la mort : choc dû à la décharge du courant électrique à travers le corps. Corps non rigide immédiatement après la mort.

Observation XL (empruntée au rapport officiel du Dr Mac-Donald)

Autopsie de Schichiok Jugigo, électrocuté dans la prison de Sing-Sing.

Mardi. 7 juillet 1891, dix heures du matin. Présents : docteurs Ira T. van Gieson, C. F. Mac-Donald, A. P. Sonthwick, C. M. Daniels, H. E. Allison, Franklin, Townsend, L. V. Cortelyon, Hiram Barber, Henry Wilson et S. B. Ward.

L'examen *post mortem* a été fait dans ce cas par le Dr Ira van Gieson assisté du Dr Daniels, quatre heures après la mort.

Pupilles égales et moyennement contractées; bonne constitution et corpulence au-dessus de la normale.

L'épithélium antérieur de la cornée a desquamé dans la portion centrale sous l'action de la chaleur. Il y a une phlyctène (?) en avant de la sclérotique de l'œil gauche, sur le limbe scléro-cornéal à gauche. Conjonctive anémiée.

Le cuir chevelu et la peau du cou présentent une teinte pourpre foncé. La peau de la face antérieure du corps n'offre ni coloration, ni ecchymoses. Au pli du coude, des deux côtés, il y a un certain nombre d'ecchymoses linéaires symétriques qui sont plus marquées du côté droit. En outre une ligne courbe, étroite, ecchymotique, juste au-dessous et en dehors du mamelon droit. Ces ecchymoses sont probablement dues aux courroies d'attache. A la face postérieure du genou droit, et sur les faces postérieure, interne et inférieure de la jambe, l'épiderme est soulevé, ridé, plissé. A l'articulation du genou, du côté de la flexion, l'épiderme est déchiré sur une étendue de 25 millim. de diamètre environ. L'extrémité inférieure droite est fléchie et dirigée vers la ligne médiane plus que la droite. Faible écoulement clair et laiteux à l'urèthre, et persistant dans le canal. Un échantillon de ce liquide fut prélevé pour l'examen microscopique.

Rigidité *post mortem* bien marquée, excepté aux bras qui sont seuls en relâchement. La face postérieure du cou, du tronc, des

bras et des extrémités inférieures présente une teinte pourpre foncé. Quelques phlyctènes légères aux deux tempes, aux deux joues et aux paupières. Des raies blanchâtres s'élèvent des deux côtés du cou, juste au-dessous de l'angle de la mâchoire.

Le tronc fut ouvert par une incision rectiligne allant du haut du sternum au pubis.

Couche de graisse d'un pouce d'épaisseur sur l'abdomen. Muscles rouges et solides. Le diaphragme fut trouvé à gauche au niveau du sixième espace intercostal et à droite au niveau du cinquième. Des portions de l'intestin grêle furent prélevées pour être soumises à l'examen microscopique.

Examen du cœur. — Oreillettes et ventricules relâchés, en diastole, remplis de sang fluide. Les gros vaisseaux sont liés et le cœur enlevé. Le ventricule gauche est rempli de sang fluide, non coagulé ; de même les oreillettes. Le sang est de la même couleur dans le ventricule gauche que dans le droit. Valvules normales.

A l'ouverture des vaisseaux, une grande quantité de sang liquide, de couleur foncée, s'échappe, remplissant à moitié la cavité pleurale. Pas d'adhésions pleurales. Poumons parfaitement sains, mais un peu congestionnés.

La rate de grosseur normale ; la capsule est lisse ; la pulpe est ferme et uniformément injectée de sang ; l'arrangement des corps de Malpighi et du tissu connectif splénique est entièrement normal.

Le pancréas est parfaitement normal ; une partie est enlevée pour l'examen microscopique.

Foie entièrement normal ; une portion en est aussi enlevée pour l'examen microscopique. La vésicule biliaire est remplie de bile.

Pour le rein gauche, la capsule n'est pas adhérente ; elle est un peu grosse et la substance corticale est de consistance normale. Le rein est uniformément injecté et les empreintes sur la substance corticale sont normales comme nombre et comme arrangement. Le rein droit présente le même état.

L'estomac est vide, la membrane muqueuse pâle, les rugœ bien marquées et parfaitement saines. Les intestins sont sains.

L'intestin grêle est rempli de fœcès semi-fluides. De même le gros intestin. La vessie est normale et à moitié pleine d'urine.

Examen du cerveau. — Le cerveau est mis à découvert par une incision linéaire du cuir chevelu, sur le vertex d'une oreille à l'autre, et un trait de scie à travers le crâne, à angle aigu et au niveau des sourcils. Le cuir chevelu offre plusieurs cicatrices anciennes ; il est un peu moins adhérent sous les points où étaient attachés les électrodes. Crâne symétrique. Dure-mère normale et vaisseaux modérément dilatés. On trouve le sinus longituninal normal, contenant une certaine quantité de sang fluide. Le cerveau est enlevé à la façon ordinaire. Pie-mère uniformément mince et transparente ; vaisseaux moyennement congestionnés. En somme peu de liquide sous-pieux. (céphalo-rachidien ?) Le sang est partout fluide dans les mailles du réseau vasculaire de la pie-mère. Il n'y a pas de modification apparente dans cette portion que recouvrait l'électrode. Vaisseaux de la base parfaitement normaux.

Les ventricules renferment une petite quantité d'un liquide limpide. Le toit et le plancher des ventricules latéraux sont normaux. L'épendyme est lisse et transparente. Substance blanche de consistance ferme. Substance grise normale sous tous les rapports. Sur la moitié inférieure du plancher du quatrième ventricule, quelques vaisseaux dilatés ; sur la paroi gauche une petite tache pétéchiale étoilée, de 2 mm. de diamètre.

La moelle épinière fut découverte à la façon ordinaire. L'aspect extérieur des deux cordons et des membranes est tout à fait normal, et les vaisseaux, bien que renfermant quelque chose, contiennent cependant moins de sang ; cela est dû probablement au peu de temps écoulé entre la mort et l'autopsie. Des sections faites à 25 millim. les unes des autres ne montrent rien d'anormal.

Une portion des deux nerfs sciatiques fut prise pour un examen microscopique. Par suite de la longueur du temps nécessaire pour faire cette autopsie aussi complètement et minutieusement, et pour l'examen microscopique minutieux qui suivit, on ne considéra pas comme nécessaire d'examiner le cerveau et la moelle épinière dans les autres cas, surtout parce que rien d'important n'a été observé.

Observation XLI (empruntée au Rapport officiel du Dr Macdonald)

Autopsie d'Harris A. Smiler, électrocuté, le mardi 7 juillet 1891, à Sing-Sing ; faite le même jour par le Dr Van Gieson.

La face postérieure du corps était de la même couleur et montrait les mêmes phlyctènes que dans le cas de Jugigo. A la jambe gauche, même état de contraction.

Le corps fut ouvert par une longue incision rectiligne, comme dans le cas de Jugigo. On trouva le diaphragme du côté gauche au niveau du sixième espace intercostal, et du côté droit au niveau du cinquième.

Le poumon droit était un peu adhérent à la base. Le cœur était un peu petit. Le ventricule gauche était un peu plus ferme que le droit ; ce dernier était légèrement flasque. Les oreillettes étaient distendues par du sang fluide. Le ventricule droit était vide et affaissé. Le sommet du poumon gauche était petit, ratatiné, rétracté, renfermant des nodules denses, un peu disséminés, dont quelques-uns étaient calcifiés. Pour le reste, le poumon était normal et ressemblait au cas précédent. Le poumon droit montrait la même série de modifications, mais point aussi marquées.

De petites taches ecchymotiques (taches de Tardieu) s'observaient sur le péricarde, à la surface du ventricule gauche. Les parois des ventricules avaient une épaisseur normale. Elles portaient les traces d'une endocardite ancienne au dessous des valvules aortiques. Toutes les valvules étaient saines.

La rate était petite et sa pulpe molle et normale. Pancréas normal. Foie normal comme grosseur ; pas d'altération de son tissu.

Le rein gauche était fortement hypertrophié et la capsule non adhérente. La substance corticale était un peu épaissie et la démarcation nette et régulière ; moyennement congestionné. Le rein droit était petit, mesurant 18 millimètres sur 62 millimè-

tres, et pesant 48 grammes. Tissu normal ; le rein semble avoir été petit congénitalement.

Intestin. — Côlon descendant rempli de gaz ; côlon ascendant et intestin grêle pâle renfermant des matières semi-fluides. Estomac renfermant des aliments non digérés, pommes de terre etc. Membrane muqueuse pâle et revêtue d'une couche mince de mucosités visqueuses. Vessie distendue par l'urine. Ses parois et sa muqueuse normales.

L'examen du cerveau et de la moelle n'a pas été jugé nécessaires. Le sang était partout fluide et plus foncé que normalement.

Observation XLII (empruntée au rapport officiel du Dr Mac-Donald)

Autopsie de Joseph Wood, électrocuté, faite à 1 heure 25 de l'après-midi.

Les personnes présentes étaient les mêmes qu'à la dernière autopsie.

Le corps présentait le même aspect que dans le cas précédent. Mêmes contractures des jambes et même aspect général que dans les autres cas. Même état de l'épithélium de la cornée.

Incision médiane comme dans les autres cas. Le diaphragme s'attache au cinquième espace intercostal des deux côtés. Une demi-douzaine de pétéchies semées sur le péricarde, d'un demi millimètre de diamètre. A la face antérieure des deux ventricules, et à la face postérieure du ventricule gauche, cinq taches semblables se trouvent disséminées. A la face postérieure du ventricule droit, trois petites taches semblables, ayant un peu plus de 3,5 millim. de diamètre.

Cœur de grosseur normale ; même état des ventricules que dans le cas de Smiler.

Les deux poumons sont exempts de toute adhésion. Le poumon droit (bronches, vaisseaux pulmonaires et tissu pulmonaire)

est normal, mais un peu plus pigmenté que de coutume. Le parenchyme du poumon est sec et de couleur rose foncé. Muscles cardiaques pâles, fermes et d'épaisseur normale. Toutes les valvules normales.

Rate de grosseur normale, de couleur rouge foncé montrant deux épaisses taches blanches sur la capsule : la pulpe en est ferme. Pancréas normal.

Foie normal sous tous les rapports. De même les deux reins. On ne trouva rien d'anormal aux intestins. Vésicule biliaire distendue par une bile normale. Vessie urinaire d'épaisseur normale, mais sa muqueuse est fortement congestionnée.

Le cerveau et la moelle n'ont pas été examinés.

Observation XLIII (empruntée au rapport officiel du Dr Mac-Donald)

Autopsie de James J. Slocum, faite à 1 *heure* 45 *minutes de l'après-midi, le* 7 *juillet* 1891 (*électrocution*)

Mêmes phlyctènes et même aspect extérieur que dans les autres cas. Même aspect de la cornée.

Même incision médiane. Cœur. Pétéchies disséminées comme dans les autres cas; on en observe aussi sur la plèvre pulmonaire (viscérale); le ventricule gauche est fortement contracté, tandis que le droit est flasque.

Les deux oreillettes, spécialement la droite, remplies de sang fluide. Poumon gauche exempt d'adhérences. Le lobe inférieur du poumon droit est légèrement adhérent. Le poumon gauche est dans le même état que les autres, mais un peu œdématié. Le poumon droit est dans le même état. Gros amas bien marqué de taches pétéchiales au centre de la face antérieure du ventricule gauche.

La rate est de taille normale, avec une pulpe molle, de couleur rouge foncé; un peu congestionnée. Pancréas normal à la surface comme à la coupe. Vésicule biliaire à demi pleine de bile. Foie normal sous tous les rapports.

Le rein gauche est un peu congestionné, mais normal à tous points de vue. Le rein droit est dans le même état.

Un examen attentif des intestins ne montra rien d'anormal La vessie était affaissée et normale. Trachée normale.

Observation XLIV (empruntée au rapport officiel du Dr Mac-Donald)

Autopsie de William Kemmler, électrocuté, le 6 *août* 1890, *à* 6 *h.* 38 *du matin, à la prison d'Auburn* (Etat de New-York).

L'autopsie fut faite environ trois heures après la mort. Tous ceux des témoins de l'exécution qui le désirèrent y assistèrent. L'examen fut fait sous la surveillance du Directeur et sous ma surveillance personnelle par les docteurs El. Spizka, George F. Schrady, W. T. Jenkins de New-York, et les docteurs C. M. Daniels et Georges C. Fell, de Buffalo, N. Y Au docteur Jenkins incombait l'autopsie de la poitrine et des organes abdominaux; au docteur Daniels, celle du cerveau et de la moelle épinière, et au docteur Spizka, l'examen détaillé de ces deux organes. Le docteur Fell examina au microscope des échantillons du sang, et le docteur Schrady voulut bien prendre des notes sténographiques dont la composition servit ensuite à la rédaction du rapport suivant :

Corps tout à fait vigoureux. Rigidité cadavérique marquée, surtout dans les muscles des mâchoires, du cou et du thorax, s'étendant graduellement de là en arrière, et s'attaquant en dernier lieu aux pieds et aux jambes. Coloration *post mortem* à la partie inférieure (faces postérieure et latérales du tronc) du corps et s'étendant jusqu'à la ligne axillaire en avant, ainsi que sur les points saillants des extrémités inférieures. Les membres inférieurs étaient partiellement fléchis et tournés en dehors; les ongles montraient la lividité *post mortem*. On trouva un écoulement séminal dans lequel, à l'examen microscopique, on trouva une grande quantité de spermatozoïdes morts.

Il y avait une décoloration *post mortem* marquée du front, sur 25 millim. de largeur, correspondant à la place de la courroie, commençant du côté gauche sur les cheveux et s'étendant à droite jusqu'à la ligne du cuir chevelu. On note aussi sur le menton une décoloration correspnodant aussi à la pression de la courroie.

Il y avait sur le vertex une dépression ovale du cuir chevelu due à la pression de l'électrode, commençant à la limite antérieure du cuir chevelu, et mesurant 10 centimètres de longueur sur 8, 7 centimètres de largeur dans son plus court diamètre. De la partie antérieure à la partie postérieure de la dépression et sur la ligne médiane se trouvait une lésion de 38 millimètres de longueur sur 12 millimètres de largeur, très superficielle, en forme de croissant, et sur laquelle le cuir chevelu semblait légèrement brûlé. Sur une petite étendue du dos, au niveau et un peu au dessous de la quatrième vertèbre sacrée, était une brûlure, une seconde, au dessus de 112 millimètres de diamètre vertical et 112 millimètres de diamètre transversal, présentant 4 zônes concentriques dont la plus externe était sur une plage pâle correspondant au bord de la coupe de caoutchouc de l'électrode et de 6 millimètres de diamètre.

Succédant à cette zône, on trouvait une vésication partielle en bas, complète au-dessus, d'environ 25 millimètres dans le diamètre supérieur et 8 millimètres dans le diamètre inférieur.

Suivait une autre zône, qui dans son tiers inférieur était une escharre complète, d'aspect noirâtre, et dont la portion inférieure montrait une surface desséchée gris sombre.

La dernière zône, la plus interne, présentait un certain nombre de vésicules principalement à la périphérie ; et au centre était une escharre noire de 12 millimètres de diamètre vertical et de 15 millimètres de diamètre transversal.

Au dessous était une plage pâle en forme de languette, dirigée latéralement, à gauche de la ligne médiane, et s'étendant sur 50 millimètres environ ; elle s'étendait en bas dans le sillon dorsal qui était plus pointu et qui présentait à sa périphérie une portion rougie avec des traces de vésication disséminées. En outre le dos présentait un certain nombre de dépressions produites par les plis de la chemise et les bretelles, telles qu'on les trouve ordinairement sur les cadavres ayant séjourné sur le dos.

En incisant la peau, sur le sternum, le sang qui s'échappa parut extraordinairement noir et fluide, et conserva cet état après son exposition à l'air. Les muscles du thorax avaient leur couleur ordinaire. On nota des *taches de Tardieu* sur le bord postérieur du lobe inférieur du poumon gauche. Placé dans l'eau, plus de la moitié du poumon surnageait montrant un emphysème bien marqué. Les bronches avaient leur aspect normal et contenaient du mucus et des bulles d'air. Le poumon droit était adhérent en entier au diaphragme. Sur le lobe médian de ce poumon, nombreuses *taches de Tardieu* bien marquées.

Le cœur pesait 164 grammes. Ses valvules et son tissu avaient leur aspect normal ; les ventricules étaient vides.

L'estomac contenait une pinte d'aliments non digérés. Le sang qui s'écoulait d'une coupe du foie présentait une teinte cramoisie foncé. La vésicule biliaire était distendue par la bile. La rate était de poids et d'aspect normal. Le rein gauche pesait 100 grammes et le droit 85 grammes : tous deux fortement congestionnés. Il n'y avait pas de mouvements vermiculaires des intestins à leur exposition à l'air ou par irritation. La vessie était contractée.

Le cuir chevelu ayant été enlevé montra l'aspect extérieur du vertex ; le crâne était desséché dans la portion correspondant au contact de l'électrode, comme on l'avait noté précédemment, mais sur une surface plus considérable, de 100 millimètres sur 100 millimètres ; la zône sur le cuir chevelu mesurait seulement 62 mm. sur 75, grand diamètre antéro-postérieur. Après l'enlèvement de la calotte crânienne, la dure-mère apparut avec sa texture normale,en quelques endroits de couleur sombre, principalement dans la portion correspondant à la zône de contact.

Dans la région prérolandique, les vaisseaux méningés, sur une surface mesurant suivant la convexité antéro-postérieure 109 millim. du côté gauche et 75 du côté droit, étaient remplis de sang carbonisé. A la face interne du *calvarium*, les vaisseaux méningés de la dure-mère et leur contenu semblaient noirs et carbonisés. Les vaisseaux carbonisés étaient si fragiles que leurs extrémités s'arrachaient avec le *calvarium* et présentaient une cassure d'apparence molle. La carbonisation avait une limite

très tranchée. Les autres vaisseaux méningés, dans la portion correspondante à la brûlure externe précédemment décrite, contiennent du sang cramoisi foncé.

Dans la portion la plus étroite de cette région, on vit un peu en arrière, sur la ligne médiane, une coloration noire, ayant en dehors un prolongement rectiligne et latéral de 18 millimètres dans la direction du sinus longitudinal, prolongement large de 22 millim.

Sur l'hémisphère cérébral gauche, à 8 millim. à gauche de la ligne médiane, se trouvait une tache profondément carbonisée, correspondant à la portion desséchée du calvarium. La *pia mater* et les *gyri* eux-mêmes étaient couleur chamois clair; le reste de l'écorce cérébrale avait son aspect normal.

Pendant qu'on examinait cette plage anémiée, on remarqua que ses vaisseaux commençaient à se remplir. La pia mater et l'arachnoïde, sur la convexité du cerveau, étaient parfaitement normales.

Un fait intéressant fut observé en maniant le pont de Varole et la moelle allongée : on les trouva chauds. Un thermomètre placé dans la quatrième ventricule marqua 36°1. La plage à cette température correspondait avec une plage sur le dos de la nuque dont la température fut trouvée de 37°2, trois heures *post mortem*; la température de la salle était de 28°3.

Les petits vaisseaux de la pia mater étaient dilatés. *On note des hémorragies capillaires sur le plancher du quatrième ventricule, ainsi que dans le troisième ventricule et la portion antérieure du ventricule latéral. Les espaces périvasculaires apparurent injectés par le sérum et le sang.* L'écorce cérébrale, sur la plage de contact était sensiblement durcie sur 1/6 de sa profondeur, et il s'était formé une ligne brisée de vascularité (*a broken line of vascularity*). Les vaisseaux, sur le corps strié, présentaient des dilatations en différents points de leurs ramifications. Le pont était légèrement mou. Les téguments brûlés de la nuque ayant été enlevés, les muscles spinaux sous-jacents apparurent semblables à « du bœuf trop cuit », et cela dans toute leur profondeur. La moelle épinière fut enlevée tout entière, mais elle ne présentait pas de lésions pathologiques. Les portions du cerveau et de la moelle épinière furent mises de côté par des membres de la réunion pour être soumises au durcissement, puis à l'examen microscopique.

Le sang, pris immédiatement après la mort, présente sous le microscope un aspect granuleux remarquable, faisant surtout penser à une dissolution électrolytique des globules rouges.

Un examen préliminaire au microscope des portions du cerveau et de la moelle, portant sur des échantillons de tous les lobes cérébraux des deux côtés, ainsi que sur des segments des régions cervicale, dorsale et lombaire de la moelle, avec les groupes de nerfs adjacents, fut fait dans la suite par le Dr Spitzka, qui rapporte ce qui suit :

« Le cerveau, la moelle épinière et les nerfs périphériques présentèrent leur structure normale dans toutes les portions, excepté dans la plage correspondant à la surface décolorée des régions rolandique et prérolandique (anémie produite par une contraction extrême des vaisseaux); de même, au niveau des surfaces ventriculaires, du pont et de la moelle allongée. Ces derniers organes, qui ont été le siège d'une remarquable conservation de la température *post mortem*, température voisine de celle du corps humain normalement, étaient nettement plus mous qu'on ne l'observe d'habitude dans des autopsies d'individus de l'âge de Kemmler, et faites aussitôt après la mort. Les taches hémorragiques du quatrième ventricule, qui étaient fortement accusées, n'étaient pas accompagnées de signes de rupture dans le parenchyme de gros vaisseaux. On peut les regarder comme ayant la même signification que les *taches de Tardieu* trouvées à la surface des autres organes, notamment sur le cœur et les poumons.

La zône vésiculaire particulièrement molle, sous-jacente à la couche externe de l'écorce cérébrale, étant très fragile, demande un soin extrême pour le durcissement et la manipulation, si l'on veut obtenir des échantillons sur lesquels on puisse compter. Il est remarquable que cette *ligne de destruction* marche parallèlement à la surface libre du cerveau, et ne plonge pas avec les sillons.

L'examen d'échantillons frais a révélé l'existence de vacuoles (probablement des bulles de gaz), dans les cellules ganglionnaires et dans le parenchyme de la ligne de destruction. Du fait que des hémorragies ne se sont pas produites dans ce tissu mou, il est juste de conclure que cet état s'est produit quand la vie avait entièrement cessé, car la continuation de la circulation sanguine

est incompatible avec l'aspect anémié déjà noté et l'absence d'hémorragies capillaires dans cette région, tandis qu'il y en avait dans des endroits éloignés du point d'application de l'élection.

Observation XLV (empruntée au Dr Walter Buchanan,) *The Laucet*, 19 mars 1892.

Le 4 mars 1892, on vint me chercher pour un accident produit par un courant alternatif d'éclairage électrique (2400 volts); autant que je puis juger, je vis le patient dix minutes environ après l'accident.

Il présentait l'aspect suivant : face livide, lèvres serrées, pupilles dilatées; un mucus sanguinolent coulait des narines ; ses mains étaient crispées. Il était étendu sur le dos, un peu incliné sur le côté droit.

On pratiqua la respiration artificielle ; le malade eut trois inspirations faibles, puis il expira. *En quatre minutes, la rigidité devint complète.*

Aucune trace de violences sur le corps et à la tête ; mais à la paume de la main droite, je remarquai une tache couleur noire (sans doute produite par la fusion de l'isolant) ; cette marque, mesurant 75 millimètres, couvrait la moitié du pouce. La mort était évidemment due à un courant électrique, car il fut prouvé que la victime avait touché le conducteur, en un point où l'isolant fondait. Il était tombé comme une masse sur le dos, en criant au secours ; puis il avait été emporté sans connaissance à la place où je le vis.

Trente et une heures après la mort, avec l'aide des Drs Voisey, Hobroyde et Burns, je fis l'autopsie et je notai les points suivants :

Le décédé semblait âgé de 26 ans. Il mesurait 1 m. 76.

Forte constitution. — Corps bien musclé. — Le cadavre était froid ; la rigidité cadavérique bien accusée. – Aucune trace de violences. — Lividité bien prononcée.

L'incision découvre environ 6 mm. de graisse. Au premier

abord, l'abdomen ouvert paraissait sain, mais le grand épiploon enlevé, on vit que la portion supérieure des intestins était faiblement congestionnée, tandis que la partie profonde l'était beaucoup (congestion hypostatique).

Les reins étaient de grosseur normale, mais très congestionnés ; capsules non adhérentes.

La face supérieure du foie était fortement adhérente ; l'organe était de grosseur normale et fortement congestionné.

Vésicule biliaire de grosseur normale, renfermant de la bile.

Vessie congestionnée renfermant 60 grammes d'urine.

Rate dilatée, congestionnée, adhérente.

Estomac renfermant des aliments à moitié digérés. — Traces d'une inflammation ancienne.

Cœur de grosseur normale; veines superficielles congestionnées ; oreillette droite dilatée ; ventricule droit flasque ; ventricule gauche ferme et contracté ; oreillette gauche renfermant une quarantaine de grammes de sang liquide. Les parois du cœur sont d'épaisseur normale, ni hypertrophiées, ni dilatées L'aorte et l'artère pulmonaire sont un peu diminuées de calibre, noueuses ; piliers du cœur normaux ; l'orifice auriculo-ventriculaire de droite est large de trois doigts, celui de gauche de un à deux.

Le poumon droit est fortement et complètement adhérent ; tous les deux sont congestionnés, le droit plus que le gauche.

Par pression on en faisait sourdre du sang noir comme du goudron et de l'air; les poumons surnageaient sur l'eau et ne présentaient aucune lésion pathologique.

L'épiglotte, le larynx et la trachée étaient fortement congestionnés, mais normaux. Pas de corps étranger dans le larynx.

Cerveau sain, mais congestionné.

Moelle épinière saine, mais congestionnée.

Remarques. — Nous avons constaté que le sang était noir comme du goudron : il semble établi que cela est dû à l'action du courant électrique sur le sang.

L'orifice auriculo-ventriculaire était sans aucun doute élargi par la contraction musculaire.

La cause de la mort est évidemment l'asphyxie.

Ces observations nous montrent qu'il n'existe pas, à proprement parler, de lésions caractéristiques de la mort produite par les courants électriques. Nous avons fait la même remarque en autopsiant les lapins dont nous avons fait l'objet d'expériences de sidération par courant alternatif de 2.400 volts.

Sans entrer dans le détail, voici ce que nous avons trouvé pour le lapin n° 3,

Sidération à 5 h. 28 du soir. — Mort à 5 h. 35. — Autopsie à 6 h.

A l'ouverture du thorax, sang noir et fluide. L'oreillette bat encore faiblement.

Poumons non hyperhémiés présentant quelques taches de Tardieu.

Le cœur ne présente pas de taches de Tardieu ; ventricules arrêtés en systole et vides.

Le foie n'est pas congestionné, pas plus que la rate et les reins.

L'estomac, très congestionné, renferme des matières en pleine digestion.

Les intestins sont aussi très congestionnés.

Pas de congestion, ni de lésions à noter du côté du système nerveux.

Brûlures très profondes au point d'application des électrodes aux pattes : les os sont dénudés et les parties molles comme cuites.

Les principaux caractères anatomo-pathologiques que nous avons rencontrés : sang noir et fluide, congestion des organes particulièrement vasculaires, hémorragies punctiformes dans le système capillaire des séreuses et des muqueuses, nous les retrouvons dans un certain

nombre de cas de mort violente dont le mécanisme est tout autre. On les trouve dans la mort par submersion, par pendaison, par strangulation, par insolation ; on les rencontre associés à d'autres lésions dans la fièvre typhoïde, la septicémie, et même dans les fièvres éruptives quand la mort arrive avant l'apparition de l'éruption. L'empoisonnement par l'opium ou par l'acide cyanhydrique donne, à la nécropsie, des caractères analogues.

Nous avons vu que, d'après Shield et Delepine, on pouvait faire avec le microscope le diagnostic différentiel des brûlures électriques ; un pareil examen s'impose donc au médecin expert dans les cas de ce genre.

Imitant en cela notre maître le professeur Laccassagne qui, dans son excellent *Vade mecum du médecin légiste*, a donné, sous forme de tableaux, des modèles de rapports médico-légaux pour presque tous les genres de mort violente, nous avons tracé ci-dessous la voie que devra suivre le médecin expert dans un cas de mort par les courants électriques.

EXAMEN MÉDICO-LÉGAL ET AUTOPSIE

DANS UN CAS

DE MORT PRODUITE PAR LES COURANTS ÉLECTRIQUES.

Autopsie pratiquée le *18* *Sexe*
Nom et Prénoms *Profession* *Age*
Date de la mort *Température*
Pression barométrique *Etat hygrométrique*
Pluie

I. — CONSTATATIONS PRÉLIMINAIRES

1° **Renseignements et circonstances du fait.** — (Le médecin-expert devra demander l'adjonction d'un électricien, un ingénieur des télégraphes par exemple).

Nature du courant, (continu, alternatif, redressé, polyphasé) ;
Intensité ; tension ; fréquence.
Nature du conducteur; son état d'isolement (cassures, dénudations).
Résistance d'isolement des dynamos.
Nature et état du sol où se trouvait la victime.

2° **Position du cadavre.** — Etat des vêtements — sont-ils mouillés, ou simplement humides? Brûlures - Etat des chaussures.

Corps en contact avec le sol, avec une masse métallique reliée à la terre, avec un conducteur électrique.

Position des bras et des jambes.
— de la tête.

II. — EXAMEN EXTERNE

1° **Signes de la mort - Date**

Rigidité { Membres supérieurs ou inférieurs
Mandibule

Lividités	Siège - Correspondent-elles au décubitus ? Dimensions
Brûlures	Siège (Pieds, mains) Dimensions Coloration (gris ardoisé) Tissus interessés (peau, muscles, os) ; degré des brûlures Caractère des brûlures Pas de photographies de pièces métalliques sur la peau ; pas de fonte de ces pièces; deux circonstances qui sont caractéristiques de la fulguration.
Putréfaction	Fosses iliaques Tête et cou Membres inférieurs

2° Constatations légales

Taille ; poids ; âge ; conformation générale ; aspect.

Signes d'identité	Professionnels Cheveux et poils Dents Ongles Cicatrices Tatouages Oreilles (description)

3° La peau et les orifices

Changement de coloration	Face pâle » colorée ou violacée Empreintes diverses Putréfaction rapide chez les sidérés Parties déclives du corps (teinte rosée, rappelant celle qu'on note dans les cas d'asphyxie par l'oxyde de carbone) Taches sur la peau

- **Tête**
  - Aspect de la face
  - Blessures quelconques (taches parcheminées, ecchymoses).
  - Les yeux
    - Paupières entrouvertes
    - Ecchymoses conjonctivales
    - Pupille
    - Cornée
  - Nez et narines
    - Erosions
    - Issue de liquides
  - Bouche
    - Ecume
    - Etat des lèvres (ecchymoses pointillées).
    - La langue
    - Les dents
  - Oreilles
    - Coloration
    - Erosions
- Cou - Brûlures ; érosions linéaires.
- Poitrine et Abdomen
  - Coloration
  - Putréfaction
  - Ecchymoses pointillées
  - Brûlures
- Organes génitaux
  - Congestionnés
  - Ecoulement de liquide au méat (recueillir)
- Membres inférieurs et supérieurs
  - Traces de violences
    - Brûlures
    - Lésions diverses
    - Ecchymoses
  - Ongles - Cyanose

III. -- EXAMEN INTERNE

- **Tête**
  - Squelette (fractures).
  - Contenu de la cavité crânienne.
  - Méninges (ecchymoses pointillées).
  - Abondance du liquide céphalo-rachidien.
  - Adhérences des méninges à la couche corticale des circonvolutions.
  - Etat de la substance blanche.
  - Congestion des vaisseaux et des sinus.
  - Hémorrhagies punctiformes à la surface ou dans l'épaisseur du cerveau.
  - Hémorrhagies punctiformes à la surface des ventricules.
  - Plancher du quatrième ventricule.
  - Hémorrhagies bulbaires.
  - Hémorrhagies dans les ventricules.

Cou		Lésions superficielles ou profondes. Brûlures musculaires. » des vaisseaux. Congestion de la muqueuse laryngée. Œsophage (ecchymoses pointillées).
Thorax		Colonne vertébrale et côtes (fractures).
	Cœur	Arrêt. — en diastole (état des ventricules et des oreilleites). Arrêt. — en systole (rigidité des parois musculaires). Etat des valvules. Endocarde et péricarde (taches de Tardieu).
	Sang	Fluide, noir. Examen des globules. Caillot.
	Poumons	Bronches (ecchymoses pointillées). Plèvres » » Parenchyme pulmonaire (fortement congestionné). Coupe des poumons (écoulement de sang noir).
Abdomen	Estomac Foie et Rate Pancréas	Congestion. Sang noir à la coupe. Consistance dure.
	Reins	Durs. Congestionnés.
	Intestins Vessie	Congestionnés.

CONCLUSIONS

1° La mort est-elle due à l'action d'un courant électrique?

2° La mort a-t-elle été produite par suicide, homicide ou accident?

3° N'y a-t-il pas simulation d'accident produit par courant électrique, et la mort ne résulte-t-elle pas d'actes de violence exercés sur la victime.

4° Comment la mort a-t-elle été produite?

A *le* 189

SIGNATURE :

Electrocution

Les premières recherches sur les meilleures méthodes d'exécution capitale sont dues à Ambroise Tardieu et au docteur Calkins (1873). Mais nous avons vu que l'idee première de l'application des courants électriques à l'exécution des condamnés à mort est due à un Français, au sénateur Edouard Charton.

Jules Simon, dans l'éloge qu'il a fait récemment (4 décembre 1892) d'Edouard Charton, à la séance publique de l'Académie des sciences morales et politiques, nous apprend dans quelles circonstances Charton pensa à l'électricité.

« A l'époque difficile, dit Jules Simon, où il vivait de ses maigres appointements de rédacteur au *Magasin pittoresque*, il avait accepté, au ministère de la Justice, une petite place qu'il conserva quelques années et dont les émoluments ne s'élevèrent jamais au-delà de 1800 fr.

« Il faisait partie du bureau des recours en grâce et était chargé de résumer le dossier des condamnés à mort.

« C'était pour ce cœur malade et cette imagination exaltée, une besogne particulièrement douloureuse. Il lui en resta de longs souvenirs. Ces histoires lugubres lui revenaient à l'esprit dans ses insomnies et dans ses rares moments de solitude. Le soir, quand il retournait à Versailles, où il demeurait avec sa famille, il croyait

voir l'échafaud se dresser sur les talus du chemin de fer. C'est peut-être pour échapper à cette vision qu'il essaya de remplacer par une fulguration le couteau de la guillotine. »

Cette proposition d'Edouard Charton fut l'objet en 1884, d'un avis favorable de M. Issartier, sénateur de la Gironde, rapporteur de la commission d'initiative parlementaire. MM. Jannin et Berthelot, secrétaires perpétuels de l'Académie des sciences, avaient aussi approuvé le projet.

Alors que la proposition de Charton était depuis cinq ans tombée dans l'oubli, l'Académie des sciences fut de nouveau consultée au moment où le ministre des affaires étrangères transmit (1) à son collègue de l'instruction publique un rapport sur l'application en Amérique de l'électricité aux exécutions capitales. Ce rapport est curieux parce qu'il contient l'opinion d'Edison sur ce sujet.

C'était au moment où, l'exécution de Kemmler décidée, plusieurs enquêtes et contre-enquêtes se succédaient aux Etats-Unis, sans pouvoir produire de preuves convaincantes de la perfection du procédé électrique. Nous verrons un peu plus loin comment les Américains furent amenés à adopter l'électrocution. Constatons dès maintenant qu'au commencement de 1890, immédiatement après la condamnation de Kemmler, de nombreux paris avaient été engagés par les partisans et les adversaires de l'électrocution. Edison notamment offrait cent dollars à un électricien qui prétendait pouvoir supporter

(1) 1889.

un courant de plus de cent volts. Le savant Américain exprima nettement l'avis que l'électricité pouvait produire la mort instantanément et sans souffrances.

A l'Académie des Sciences, dans la séance dont nous parlons, M. Marcel Deprez communiquait des faits moins favorables. Il citait l'histoire d'un de ses ouvriers qui avait supporté un courant continu de cinq cents volts pendant vingt secondes et qui, quelques heures après, ne ressentait plus rien. M. Deprez citait des faits personnels : accidentellement, il avait supporté des courants de plusieurs centaines de volts et il aurait pu ajouter que son savant collègue, M. Cornu, professeur à l'Ecole Polytechnique, avait éprouvé, durant les expériences du Creil et sans conséquences graves, la décharge d'un courant de plus de 2000 volts.

On voit par ce qui précède qu'il y avait là matière à discussion et que l'adoption, en 1888, de l'électrocution par le Sénat de New-York portait véritablement la marque d'une grande légèreté, nous dirions presque d'une fâcheuse étourderie.

La pendaison avait donné lieu aux Etats-Unis, surtout dans ces dix dernières années, à des critiques fort justifiées. L'opinion publique s'était violemment émue de quelques cas de pendaisons ratées, provoquées soit par la rupture du lien, soit par la résurrection du condamné descendu de la potence. On chercha de toutes parts (et les médecins se lancèrent les premiers dans cette étude) le moyen d'y substituer un agent physique, chimique ou physiologique qui pût produire la mort dans les conditions les plus rapides.

Les procédés mécaniques tels que la guillotine, la

hache, le garrot furent tout d'abord éliminés par les chercheurs, animés, croyons-nous, surtout par le désir d'innover et d'enfanter des méthodes à sensation. On émit les idées les plus bizarres.

En 1886, la Chambre des députés de l'Etat de New-York, nomma une commission pour rechercher la méthode la plus « *humaine et la plus pratique* » pour exécuter les condamnés à mort.

Le Dr Mount Bleyer procéda à quelques recherches expérimentales qui furent l'objet d'un rapport à cette commission (1). Il étudia comparativement la mort par pendaison, par injection de morphine, par le chloroforme, par l'acide prussique et enfin la mort par l'électricité.

Il n'est pas sans intérêt de citer à ce sujet une des raisons que notre confrère américain faisait valoir en vue du procédé d'exécution par la morphine.

« L'érection d'un gibet coûte cher, une seringue hypodermique et la morphine sont d'un prix insignifiant, et quand l'État a dépensé pour un homicide non seulement les honoraires de l'accusateur, mais aussi souvent ceux du défenseur, il semble convenable de demander que le dernier acte de la tragédie coûte aussi peu que possible. »

Le Dr Mount Blayer se ralliait dans ses conclusions à l'exécution par l'électricité. D'autres auteurs conseillaient des procédés plus bizarres. C'est ainsi que le Dr Packard (de Philadelphie) proposait la respiration de l'oxyde de carbone dans une chambre spéciale pour

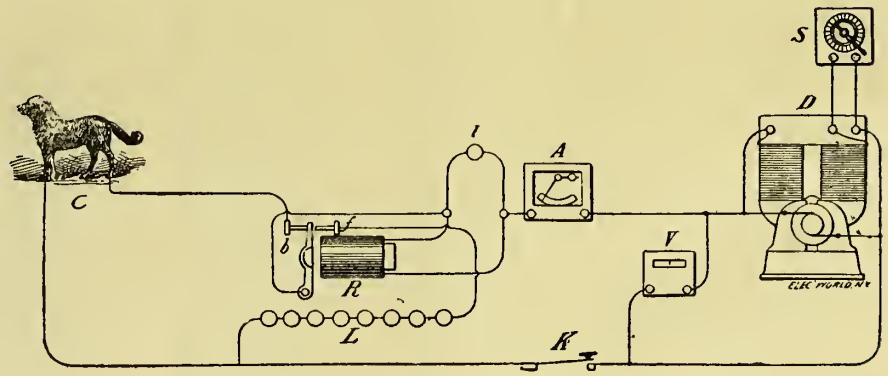
(1) *Best Method of executing Criminals, By J. Mount Bleyer M.D.* — New-York. — Mars 1888.

amener une mort sans souffrance, et que le Dr Ward Richardson (de Londres), s'inspirant sans doute du procédé qui sert à la fourrière de Paris pour la destruction des chiens, donnait l'idée d'une cellule où le condamné aurait respiré les vapeurs d'un anesthésique jusqu'à ce que la mort fût produite. Le criminel introduit, on y devait faire arriver un courant de protoxyde d'azote, pendant que l'exécuteur aurait suivi du dehors, à travers une sorte de hublot muni d'une vitre, les péripéties du drame et les progrès de l'asphyxie.

L'étude de la meilleure méthode pour appliquer la peine capitale fut reprise en 1888 par la société médico-légale de New-York (1) qui chargea une commission de recherches eépérimentales sur ce sujet. Cette commission, composée du Dr Fred. Peterson, président, et de MM. Ogden Doremus, Franck Ingram et Mount Bleyer, effectua ses travaux aux laboratoires d'Edison et de Columbia-College avec l'aide de MM. Brown et Kenelly. Nous ne reviendrons pas sur ces expériences dont nous avons cité les résultats au Ch. II.

Dans ce rapport, les commissaires concluaient à l'adoption de l'électrocution, et indiquaient les détails du mode opératoire. Le condamné, placé dans le décubitus horizontal ou dans la position assise, devrait être traversé par un courant alternatif (voltage 1.500, fréquence 15 à 30) au moyen de deux électrodes appliquées l'une sur la tête, l'autre sur le sacrum. Les élec-

(1) Le savant Président de la *Medico-legal Society* de New-York, M.Clark Bell, a eu l'extrême obligeance de nous adresser une foule de renseignements intéressants sur cette question. Nous saisissons cette occasion de lui témoigner notre reconnaissance.



Dépositif des expériences faites au Laboratoire d'Edison

trodes métalliques, et garnis d'éponges imbibées d'une solution saline affecteraient le premier, la forme d'un casque, le deuxième celle d'un tampon.

En dehors de ce rapport semi-officiel, une communication fut faite sur ce sujet, en mars 1889, à la Société médico-légale de New-York, par H. Guy Carleton. Cet auteur y préconisa l'application des électrodes, l'une au sommet de la tête et l'autre à la nuque, le condamné étant solidement lié sur un fauteuil.

Cette communication fut l'objet d'une vive discussion. La Société médico-légale, avait en effet, convoqué à cette réunion le bureau et les membres de l'Electric Club et de la Société des ingénieurs électriciens. Les arguments produits par les spécialistes ne nous semblent apporter qu'une preuve, c'est celle de leur ignorance des conditions dans lesquelles un courant électrique peut produire la mort.

L'Assemblée législative de l'Etat de New-York trancha définitivement la question en votant, à la fin de 1888, les conclusions du rapport de l'Honorable Elbridge Gerry, favorable à l'Electrocution.

Le code de procédure criminelle fut modifié ainsi qu'il suit :

Art. 505. — Pour exécuter la peine de mort, on fera, dans tous les cas, passer à travers le corps du condamné un courant électrique d'une intensité assez forte pour causer la mort. L'application du courant doit être continuée jusqu'à ce que la mortsoit produite.

Art. 506. — La peine de mort doit être infligée à

l'intérieur de la prison d'Etat désignée dans la sentence ou dans une cour attenante.

Art. 507. — Il est du devoir du directeur de la prison d'assister à l'exécution, et d'y inviter, au moins trois jours à l'avance, un juge de la cour suprême, l'avocat du district, le sheriff du comté ainsi que deux médecins et douze citoyens honorables, majeurs, choisis par lui.

Le directeur doit, à la demande du criminel, permettre aux prêtres ou ministres de n'importe quelle religion, au nombre de deux au maximum, d'assister à l'exécution. Il peut encore désigner sept autres assistants, mais ne tolèrera la présence d'aucune autre personne.

Immédiatement après l'exécution, un examen du corps du condamné sera fait par les médecins présents ; un rapport écrit, indiquant les résultats de cet examen, sera rédigé par eux et joint aux certificats mentionnés plus loin.

Après cet examen, le corps, à moins qu'il ne soit réclamé par quelque parent de la personne exécutée, sera enterré dans le cimetière de la prison avec une quantité de chaux vive suffisante pour consumer le corps sans délai.

Aucun service religieux ou autre ne sera fait sur le corps après l'exécution, excepté dans l'intérieur de la prison et seulement en présence de l'officiant, du personnel de la prison et des proches parents du défunt.

Aucun récit sur les détails de l'exécution, si ce n'est l'avis que tel coupable a été exécuté tel jour suivant la loi, ne sera publié dans la presse. Toute contravention à cet article sera considérée comme un délit.

Art. 508. — Le Directeur assistant à l'exécution doit préparer et signer un certificat désignant l'heure et l'endroit où elle a eu lieu et annonçant que le condamné a été exécuté d'après la sentence de la Cour et les formalités du code. Il doit aussi faire signer ce certificat par toutes les personnes présentes. Il doit avoir soin que ce certificat, ainsi que celui de l'examen « *post mortem* » dont il est question dans l'article précédent, soient enregistrés dans les dix jours après l'exécution, dans les bureaux du clerc du comté dans lequel le jugement a été prononcé. »

La loi était applicable à partir du 1er janvier 1889.

La méthode adoptée consistait à faire passer le courant, de la tête au sacrum, au moyen de deux électrodes métalliques garnis d'éponges mouillées et fixés en ces points. La première électrocution fut ainsi faite, le 6 août 1890, à la prison d'Auburn, comté de Cayuga, Etat de New-York. Les détails que nous donnons sont empruntés au rapport officiel du Dr Mac-Donald au gouverneur de l'Etat de York, David Hill (1).

Vingt-cinq témoins assistaient à l'exécution avec le Directeur de la prison. Quatorze étaient des médecins, dont deux, Carlos Mac-Donald et Spitzka, avaient été officiellement désignés pour exécuter la sentence.

L'exécution eut lieu dans une salle construite spécialement où le courant était amené par des conducteurs ordinaires.

Le dispositif comprenait les appareils suivants :

(1) *Report of Carlos Mac-Donald*, M. D., *on the execution by Electricity of William Kemmler, alias John Hart, presented to the governor*. — September 20, 1890. — State of New-York.

1° Une machine à vapeur fixe.

2° Une dynamo alternative.

3° Son excitatrice.

4° Un voltmètre de Cardew, avec une bobine de résistance extérieure, gradué pour indiquer de 30 à 2000 volts.

5° Un ampéremètre pour courants alternatifs de un dixième à trois ampères.

6° Un pont de Wheatstone *(voir note A.)*

7° Un rhéostat.

8° Les sonneries électriques et les switchs nécessaires.

9° Un fauteuil d'éxécution muni d'un appui-tête réglable à volonté.

10° Des courroies et deux électrodes ajustables.

La dynamo était un alternateur capable d'allumer 750 lampes à incandescence de 16 bougies, et d'engendrer un courant de 2376 volts quelques semaines avant l'exécution.

Le voltage commercial moyen de la dynamo et de son excitatrice ne dépassait pas 1680 v. et 1512 v., quand ces deux machines tournaient respectivement à 1900 et 2700 tours par minute.

Le fauteuil solidement construit en chêne, était pourvu d'un dossier élevé, légèrement incliné en arrière, et muni de bras ; il était fixé au plancher et convenablement isolé.

Fixé au dossier du fauteuil. au-dessus de l'appui-tête, se trouvait un système à glissière, la base ou bras horizontal de celui-ci dirigé en avant : à ce bras était suspendu l'électrode de la tète, de manière à pouvoir être fixé sur le reste et solidement maintenue au moyen d'un ressort en spirale.

L'électrode spinal ou électrode du corps était fixé à la partie inférieure du dossier du fauteuil et dirigé en avant horizontalement au niveau de la portion inférieure de cette région de la colonne vertébrale qu'on appelle le creux du sacrum.

Chaque électrode consistait en une coupe de caoutchouc, en forme de cloche, d'environ 100 millim. de diamètre ; la portion correspondant au manche de la cloche était en bois ; suivant son axe passait un fil qui venait se terminer à l'intérieur de la cloche sur un disque métallique, d'environ 75 millim. de diamètre, garni d'une couche d'éponge. L'électrode inférieur était aussi pourvu d'une glissière, et un ressort en spirale la maintenait en place, tandis qu'un lien, fixé au dossier du fauteuil et passant autour de la portion inférieure du ventre du prisonnier, rendait le contact plus parfait.

La tête du prisonnier était solidement fixée au moyen de courroies de cuir qui entouraient le front et le menton et s'attachaient au dossier de l'appui-tête presque vertical, tandis que la poitrine, les bras et les jambes étaient immobilisés par des courroies s'attachant aux portions correspondantes du fauteuil. Le fil attaché à l'électrode de la tète, descendait du plafond et celui de l'électrode inférieur reposait sur le plancher, protégé par une rainure en bois.

La dynamo et son moteur étaient placés dans un atelier de la prison à plusieurs centaines de pieds de la salle d'exécution. Le volt-mètre, le commutateur et les autres instruments étaient installés dans une chambre attenante à la salle d'exécution.

Celle-ci ne renfermait que le fauteuil, les électrodes et les fils conducteurs. Des signaux électriques mettaient la chambre des mesures en communication avec la salle des machines.

Kemmler, introduit par le Directeur, paraissait remarquablement calme. Nous n'insisterons pas sur les détails relatifs à l'attitude du condamné, nous réservant d'indiquer ceux-là seulement qui peuvent présenter de l'intérêt au point de vue de la technique des exécutions électriques. Qu'il nous suffise de dire que le condamné fut lié sur le fauteuil et les électrodes fixés en un temps très court (3 ou 4 minutes). Finalement on termina les préparatifs en mouillant les électrodes ; puis, tout semblant près, le Directeur donna à l'aide, chargé du commutateur dans la chambre voisine, le signal de tourner le levier et d'envoyer ainsi le courant.

Dès que le contact fut établi, le corps fut brusquement saisi et comme figé, dans un état de rigidité extraordinaire. Ce spasme tonique bien connu des médecins semblait s'étendre au système musculaire tout entier. Au même instant, toute sensibilité, tout mouvement, toute conscience avaient été absolument abolis. Cet état persista pendant toute la durée du passage du courant, et, au bout de 17 secondes, Kemmler étant supposé mort, aucun témoin d'ailleurs ne s'y opposant, le Directeur donna le signal de rompre le circuit.

« Avant que Kemmler fût introduit dans la salle, dit le « Dr Mac-Donald, le Directeur avait demandé au « médecin combien de temps ils fallait prolonger le « contact; j'opinai pour 20 secondes, puis pour 10 « secondes seulement, déférant ainsi à l'avis de mon « collègue, le Dr Spitzka, qui basait son opinion sur « l'élévation du voltage (plus de 2000 v.).

« Pendant le passage du courant, la vue était évidem- « ment le seul moyen d'examen qui permît de diagnos- « tiquer la mort. Nous n'étions donc pas positivement « sûrs de l'arrêt du cœur, dès le début de la perte de « connaissance, *bien qu'il fût très probable* ».

Quant le courant électrique fut rompu, à la rigidité notée précédemment, succéda instantanément une résolution complète du système musculaire. En même temps, on observa sur les portions du corps découvertes, spécialement à la face, des changements de coloration analogues à ces modifications de teinte qui commencent dans le système capillaire superficiel *post mortem*.

L'abolition des mouvements et apparemment de la vie persista approximativement une demi-minute, après quoi survint une série de légers mouvements spasmodiques de la poitrine, accompagnés de l'expulsion d'une petite quantité de mucus par la bouche. Ce n'étaient pas là des signes d'un retour de la conscience ou de la sensibilité; mais en vue de la possibilité d'une abolition incomplète de la vie et d'une résurrection possible, pour ne pas courir le risque d'un tel incident, on ordonna de faire repasser le courant; ce qui fut fait environ deux minutes après la rupture du premier contact.

La brusque rigidité musculaire, notée à la première fermeture du circuit, fut de nouveau observée et dura jusqu'à la rupture du contact, pour faire alors place à la résolution musculaire complète qui réapparut pour la seconde fois. La seconde fermeture du circuit fut par inadvertance prolongée durant soixante-dix secondes, jusqu'à ce qu'une volute de fumée apparût au point d'application de l'électrode spinale ; elle était due, comme on le trouva dans la suite, à la brûlure momentanée de l'extrémité de l'éponge dont était couvert l'électrode, éponge dont le liquide s'était évaporé sous l'action prolongée du courant. On perçut faiblement dans la salle l'odeur d'éponge brûlée. Il y eut aussi en quelque sorte brûlure ou forte dessication du cadavre, immédiatement au-dessous des électrodes, spécialement sous l'électrode inférieure ; cette brûlure demande à être décrite dans la relation de l'autopsie.

On fit alors un examen attentif du corps, examen auquel participèrent presque tous les médecins présents.

Plus de pouls aux poignets ; le cœur avait cessé de battre; pupilles dilatées; cornées molles et dépressibles.

« En d'autres termes, conclut le Dr Macdonald, William Kemmler était mort, et le but et l'esprit de la loi, qui était de procurer au condamné une mort instantanée et sans douleur, avait été complètement et heureusement rempli.

Dans une quadruple électrocution faite le 7 juillet 1891, on modifia la position de l'électrode inférieure ; celle-ci fut appliquée au mollet droit.

Nous citons in extenso le rapport officiel des docteurs Macdonald et Ward chargés de l'exécution.

Albany, New-York, 30 *juillet* 1891

A l'honorable W. R. Brown, directeur et gardien en chef de la prison de Sing-Sing.

Sing-Sing, New-York

Cher Monsieur,

Ce qui suit est un rapport supplémentaire contenant les détails des exécutions qui ont eu lieu à la prison de Sing-Sing dans la matinée du 7 juillet 1891.

Dans tous les cas, un des électrodes était appliquée de manière à recouvrir le front et les tempes, et l'autre, plus large, était fixé sur le mollet de la jambe droite, excepté dans le cas de Joseph Wood, chez lequel il fut appliqué à la jambe gauche, à cause de la présence d'un ulcère à la droite.

Les électrodes étaient parfaitement humectés avec une solution d'eau salée avant le passage du courant, et étaient injectés avec la même solution au moyen d'une seringue dans les intervalles où le courant était interrompu.

James J. Slocum entra dans la salle d'exécution à 4 h. 33 du matin et s'assit immédiatement sur le fauteuil, accompagné par le prêtre et occupé à ses dévotions. Les courroies d'attache et les électrodes furent ajustés rapidement et sans résistance, et le circuit électrique fut fermé pour la première fois à 4 h. 36′ 40″. Le premier contact dura 37 secondes ; au bout de ce temps le circuit fut rompu.

Mais on trouva alors que le pouls était fort, et une à deux minutes plus tard une forte respiration s'établissait avec une régularité très grande. Le courant fut immédiatement réappliqué et continué pendant 36,25 secondes et finalement interrompu à 4 h. 39′. La respiration avait alors cessé entièrement et d'une façon permanente, et l'auscultation montra que les battements du cœur avaient aussi cessé. Le corps fut porté à

l'amphithéâtre à 5 h. du matin. Quatre minutes après, on trouva une rigidité cadavérique très marquée, développée dans la jambe droite ; elle s'étendit rapidement à tous les muscles du cou et du tronc, apparaissant plus tard dans les bras.

Le professeur L. H. Landy rapporte que la tension électrique avait atteint dans ce cas 1.458 volts.

Après l'enlèvement du corps de Slocum, une consultation entre les médecins présents, émit l'avis unanime qu'il était tout à fait possible qu'une longue durée du courant ne fût pas un facteur aussi important pour produire l'arrêt des mouvements du cœur que le choc subit produit par la fermeture et l'ouverture du courant, et pour cette raison l'exécution suivante fut conduite d'une façon un peu différente.

Harris A. Smiler entra dans la salle à 5 h. 6′ 30″ du matin. Le premier contact fut établi à 5 h. 8′ 30″ et continué 10 secondes. On l'interrompit pour mouiller les éponges ; second contact de 10 secondes et de nouveau les éponges furent mouillées. Un troisième contact de 10 secondes fut encore établi.

Trois contacts, de 10 secondes chacun, furent ainsi faits et à la fin de chacun, on ne voyait pas trace d'effort pour respirer ; mais le pouls battait si fort et si régulièrement qu'on fut d'avis de fermer de nouveau le courant pendant 19 secondes ; au bout de ce temps, l'auscultation montra que le cœur avait définitivement cessé de battre. Cette observation fut confirmée par les Drs Ward, Mac Donald, Rockwell, Barber, Daniels, Townsend, Allison et Wilson successivement. Le corps fut enlevé de la salle d'exécution à 5 h. 23′ du matin. A 5 h. 25′ la rigidité cadavérique était bien marquée à la jambe droite, et s'étendit ensuite comme dans le cas précédent.

Le professeur Landy rapporte dans ce cas une pression de 1485 volts.

On doit remarquer que dans le premier cas le courant fut appliqué pendant 53 secondes en tout. Au bout de ce temps, la respiration et les battements du cœur avaient cessé d'une manière permanente. Dans le second cas, après trois contacts de 10 secondes chacun, le cœur battait cependant avec force, et après la quatrième application de plus de 19 secondes, ses mouvements cessèrent d'une façon permanente. Cela semble démon-

trer que la durée du contact est après tout un facteur aussi important que la fermeture et la rupture du courant. On résolut donc de faire, dans le cas suivant, le contact un peu plus long, des interruptions étant toutefois nécessaires pour permettre d'humecter les éponges.

Joseph Wood entra dans la salle à 5 heures 32 minutes et le courant électrique fut établi à 5 heures 34 minutes 40 secondes. Trois contacts de 20 secondes chacun furent faits; au bout de ce temps, la respiration avait définitivement cessé; on ne trouvait pas trace de pouls au poignet, et l'auscultation du cœur ne décelait aucun battement. Ces observations furent contrôlées par les docteurs Ward, Mac-Donald, Rockwell, Soutwick, Daniels, Allison et Barber. On trouvait une crépitation extrêmement fine et faible, mais rien de plus. A 5 h. 53, le corps fut enlevé de la salle.

Le professeur Landy rapporte dans ce cas une pression de 1,485 volts.

Pensant que les contacts avaient peut-être été prolongés au-delà du nécessaire, il fut résolu de les faire plus courts dans le cas suivant :

Schichiok Jugigo, entra dans la salle à 6 heures 30 secondes du matin. A 6 heures 2 minutes 15 secondes, le circuit fut fermé pour la première fois, et trois contacts, de 15 secondes chacun, furent établis, avec deux intervalles de 20 secondes chaque. Quand le courant fut finalement rompu, on trouva au poignet un léger frémissement du pouls; cette observation fut confirmée par les docteurs Ward, Daniels, Rockwell, Wilson et Townsend et par le Dr Ward une seconde fois.

Dans ce dernier cas, on remarqua une extrême chaleur dans la région du genou, au-dessus du point ou l'électrode inférieure avait été appliqué, et un thermomètre posé sur la peau, pendant 15 secondes seulement, monte à 44°4 maximum enregistré; alors que la sensation perçue par la main semblait indiquer la température de l'eau bouillante, sinon plus. A 6 heures 17, la poitrine

fut découverte et l'arrêt des mouvements du cœur fut affirmé sucessivement par les docteurs Ward, Mac Donald, Cortelyon, Allison, Wilson, et Barber. Le corps fut enlevé à 6 heures 24.

La pression rapporté dans ce cas par le professeur Landy était de 1485 volts.

Après l'expérience faite dans ces quatre cas, nous inclinons à penser que l'insensibilité était instantanée et continue à partir du premier moment du contact dans chaque cas; cependant pour pouvoir affirmer que la mort arrive aussi vite que possible, il est nécessaire de continuer le courant, avec le voltage employé dans ces cas, de 50 à 60 secondes. Dans chaque cas, la température de l'eau au niveau et au voisinage des électrodes s'élevait presque, sinon tout à fait, au point de l'ébullition, de telle sorte que la peau était couverte de phlyctènes sur une plus ou moins grande étendue; il n'y avait aucune brûlure fumante, aucune escharre.

Dans tous ces cas, l'autopsie fut pratiquée après les exécutions aussitôt que les convenances le permirent. En raison de sa réputation pour cet objet spécial, les autopsies furent confiées au Dr Ira T. van Gieson, de New-York.

Une troisième méthode d'application des électrodes fut employée dans l'électrocution de Ch. Mac. Elvaine, le 8 février 1892. Pour la première fois, on admit à l'exécution les reporters des journaux.

Nous empruntons le récit de l'électrocution au *World*, au *New-York Herald* et au *New-York Recorder*.

Le Directeur de la prison avait invité vingt et une personnes à assister à l'exécution. Parmi elles, il y avait

huit journalistes ; les autres étaient des professeurs, des docteurs, etc.

Le Dr Ward d'Albany, le professeur Landy de Colombia-Collège, chargé des mesures électriques, le Dr Robertson de New-York, le Dr Mac-Donald, de New-York, le député Meyer-Stein, Mr Jenks de Brooklyn, M Kennelly, ingénieur électricien de New-York, etc...

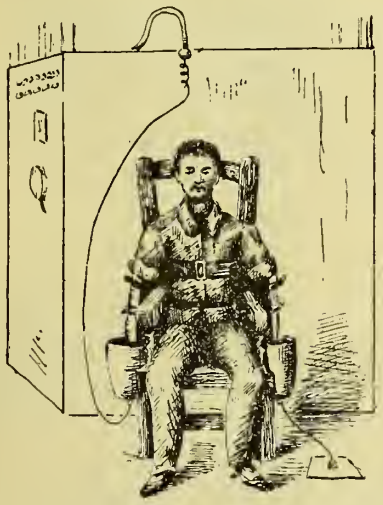
Pendant que les vingt et un témoins s'asseyaient autour du fauteuil dans la salle d'exécution, le Dr Carlos Mac Donald qui devait diriger l'exécution, expliqua à ses auditeurs qu'on allait expérimenter un nouveau système. « Il faut, dit-il, faire un changement dans les contacts et l'application du courant. Au lieu d'envoyer celui-ci de la tête au mollet, on va l'appliquer aux deux mains. Dans ce but on a rempli d'une solution tiède de sel marin les deux réservoirs en bois que vous voyez fixés de chaque côté des bras du fauteuil. Nous avons adopté ce procédé sur le conseil de savants éminents parmi lesquels se trouve Edison. Nous sommes persuadés que l'épreuve de tout à l'heure démontrera ses avantages sur les autres méthodes d'application du courant. »

Avant le discours du Dr Mac Donald, le Directeur de la prison avait prononcé une allocution dans laquelle il priait chacun d'être parfaitement calme et tranquille, de ne rien dire, de ne rien faire et de laisser agir en toute liberté les docteurs, les électriciens et les aides chargés de l'opération.

A ce propos une jolie réfléxion du correspondant du *World.* » Cette allocution, dit-il, faisait penser que le Directeur était familier avec ces scènes dans lesquelles

l'arbitre demande aux gentlemen de demeurer tranquilles, s'ils veulent voir une jolie lutte. »

Le fauteuil d'exécution était placé dans une enceinte en bois, en forme de stalle ; à gauche de celle-ci, les commutateurs et des lampes électriques ; à sa partie supérieure pendait un conducteur électrique, tandis que



Electrocution de Mac Elvaine
Premier contact

du plancher sortait un autre fil. Ces deux conducteurs devaient, comme l'expliqua le Dr Mac Donald, être attachés aux électrodes employées dans les électrocutions précédentes et prêtes pour un fonctionnement immédiat, dans le cas où le contact par les mains, remplirait mal son office.

Mac Elvaine fut introduit à onze heure dix, s'assit dans le fauteuil sans offrir de résistance et y fut lié, les bras plongeant dans les réservoirs. Les électrodes, dont

on s'était déjà servi pour la quadruple exécution que nous avons racontée, furent aussi appliqués, le casque sur la tête et l'autre électrode au mollet.

A 11 heures 11 minutes 49 secondes, le courant de 1600 volts et de 800 alternances par minute fut lancé par le corps de Mac Elvaine, sur le signal donné par le Directeur avec son mouchoir. Le courant frappa le condamné au moment où il fermait la bouche après avoir dit « Let her go » (lâchez tout).

Le corps du condamné se raidit, convulsé, rigide, comme pour se dresser sur le fauteuil. Tant que dura le contact, la bouche s'ouvrit graduellement, puis se tordit, s'abaissant à un coin avec une expression de mépris ou de colère; les lèvres devinrent pourpres et enflées.

Après cinquante secondes, on arrêta le courant. A ce moment le corps s'affaissa complètement, la tête tomba sur la poitrine, l'épine dorsale se courba et il serait tombé en avant si les courroies ne l'avaient maintenu.

L'écume lui venait aux lèvres ; de la fumée ou de la vapeur s'échappait des réservoirs où plongeaient ses mains.

A ce moment, à l'horreur des spectateurs, le corps s'éleva à moitié, la poitrine se souleva, un jet de salive s'échappa de la bouche, et un gémissement, presque un cri, s'échappa des lèvres du condamné.

Le Dr Mac Donald s'empressa d'assurer aux spectateurs que ce mouvement du corps était dû tout simplement à une action musculaire réflexe, que le gémissement entendu était simplement produit par l'expulsion de l'air contenu dans les poumons ; qu'enfin si Mac Elvaine n'était pas mort, il était sûrement inconscient.

Electrocution de Mac Elvaine, d'après une photographie instantanée.

Cependant, dans le doute, le courant fut lancé par les électrodes primitifs de la tête au mollet. Le corps se dressa encore violemment; on perçut une odeur de chair brûlée et des volutes de fumée apparurent au niveau du mollet. Ce second contact dura trente deux secondes, de 11 h. 13 m. 26 s. à 11 h. 13 m. 58 s.

Le Dr Mac Donald annonça alors que le condamné avait succombé à une mort instantanée et sans souffrance ; mais le Dr Robertson prit alors la parole et déclara qu'à son avis la mort n'avait pas été instantanée, que la première décharge avait simplement rendu le condamné inconscient.

Pendant ce temps, les médecins auscultaient le cœur de Mac Elvaine et trouvaient qu'il avait cessé de battre. Pas de réaction aux piqures faites par le Dr Ward avec une aiguille d'acier. A la suite de cette exécution, le député Meyer Stein affirma qu'il allait demander l'abrogation de la loi.

Le récit de cette électrocution nous dispense, croyons-nous, de faire la critique de cette méthode, ou plutôt cette critique se fait d'elle-même. A vrai dire, le spectacle est presque aussi répugnant que celui de la décapitation ; la mort n'est nullement instantanée, l'insensibilité du condamné est elle-même obtenue dès le début du passage du courant ? Nous pouvons en douter, car, dans certaines observations du chapitre III, d'une part, dans des expériences faites par nous sur des animaux, d'autre part, nous avons constaté que la conscience n'était pas abolie et la douleur parfaitement ressentie.

Le procédé de l'électrocution n'offre pas les mêmes

garanties que la décapitation contre toute simulation, on pourrait, en effet, pour sauver un condamné, simuler le passage d'un courant ; on pourrait tout au moins ranimer par la respiration artificielle la victime de l'électrocution et comme le disait dans une boutade spirituelle le doc-d'Arsonval : « La peur de voir leur victime ressusciter explique aisément la hâte avec laquelle les médecins américains qui dirigent les électrocutions, procèdent ensuite aux autopsies. »

Pour nous, nous concluerons avec le Dr Paul Loye(1), qui, dans un remarquable travail sur la mort par décapitation, comparait celle-ci avec l'électrocution, que l'emploi de cette dernière méthode n'est justifiée par aucune raison sérieuse et que les médecins qui aux Etats-Unis se font les auxiliaires de l'exécuteur, qui prennent même la place du bourreau, oublient la dignité et le caractère de la profession à laquelle ils appartiennent.

(1) Thèse de Paris, 1887.

CHAPITRE V

—

Hygiène

La statistique des accidents produits par les courants électriques n'a jamais été faite dans aucun pays.

Aux Etats-Unis, l'enquête de la Commission sénatorial, nommée le 22 janvier 1890, pour réglementer les installations électriques, n'a pas abouti à faire connaître tous les accidents produits.

Mais pour donner une idée de l'importance de cette question, au point de vue de l'hygiène publique, nous citerons certains chiffres.

D'après les renseignements du *Board of electrical control*, le nombre des accidents mortels aux Etats-Unis dépasserait deux cents depuis l'application de l'électricité à l'éclairage et au transport de l'énergie.

En France, où les installattons électriques sont faites avec plus de soin et par des procédés offrant plus de sécurité qu'en Amérique, le nombre des accidents mortels ne dépasse pas une dizaine. Il en est à peu près de même pour les autres états de l'Europe, si ce n'est pour l'Angleterre où, dans la seule année 1891, le nombre des victimes étant de six, on peut présumer que le chiffre total des morts atteint jusqu'ici, doit être d'une vingtaine environ.

D'après nos estimations, notre calcul approximatif, les courants électriques ont produit jusqu'à ce jour, trois cents accidents mortels environ et un millier au moins d'accidents non mortels.

Ces chiffres proclament l'intérêt qui s'attache pour l'hygiéniste à étudier la distribution des courants électriques à l'intérieur des villes. Les mesures préservatrices des accidents méritent d'être étudiées.

A l'intérieur des stations centrales, les ouvriers que leur service attache aux machines électriques, courent des risques assez considérables aux tensions élevées qu'on tend de plus en plus à employer; ils possèdent pour se mettre à l'abri de ces dangers, un certain nombre de moyens dont l'efficacité est remarquable.

C'est d'abord l'emploi de gants de caoutchouc dans toutes les manipulations dangereuses; ces gants ne devront présenter aucune fissure. Nous avons vu, en effet, qu'un accident s'était produit au Trocadéro par suite d'une fissure dans le gant d'un électricien.

Un accident mortel dont un ouvrier a été victime cet été, à l'usine électrique municipale de Cologne (1), alors qu'il était muni de gants de caoutchouc, nous fait penser que le tissu de ce dernier devait dans ce cas présenter aussi quelque coupure ou quelque trou.

Nous ne saurions mieux faire, pour donner une idée des prescriptions qui devraient être affichées à l'intérieur des Usines électriques, que de reproduire la communication faite par M. Morton au Congrès des électriciens américains, à May-Cape, le 19 août 1890.

(1) *Lumière électrique*, 24 septembre 1892.

M. Morton donne les règles suivantes qu'on se propose d'adopter dans toutes les stations centrales des Etats-Unis :

1° Ne jamais toucher à un fil électrique ou à un appareil quelconque lorsqu'on se trouve sur le sol ou en contact avec des pièces en fer, des tuyaux d'eau ou de gaz, ou de la maçonnerie, à moins d'avoir les mains couvertes de gants de caoutchouc et d'employer des outils à manches isolants, qui aient été déclarés en bon état par l'électricien de la station ou par une autre personne compétente.

S'il est indispensable de se tenir sur le sol ou sur une surface non isolée lorsqu'on touche des fils électriques et des appareils, il faut employer des chaussures à semelles de caoutchouc ou un tabouret isolant. Pour transporter, accrocher ou établir des fils destinés à l'éclairage électrique, des lampes ou des supports, n'employer que des intermédiaires bien secs.

2° Eviter, toutes les fois que cela est possible, d'employer les deux mains à la fois pour toucher les fils ou les appareils. Lorsque l'emploi simultané des deux mains est indispensable, s'assurer qu'aucun courant ne passe, à moins que les mains ne soient protégées par des gants isolants (1).

(1) Cette précaution de condamner une des mains à ne jamais intervenir est très bonne et très efficace ; malheureusement il est bien difficile de lutter contre l'habitude invétérée d'employer les deux ; aussi croyons-nous que cette recommandation n'évitera presque aucun accident. Il y a certains électriciens qui sont arrivés à se dominer au point de surmonter cette habitude, mais généralement ils n'y sont parvenus qu'après avoir reçu un avertissement sérieux, éprouvé une commotion de quelque importance.

Le regretté M. Planté, par exemple, ne touchait jamais à ses batteries d'accumulateurs qu'en s'astreignant à tenir une de ses mains derrière le dos (Note de la *Lumière Electrique*).

3° Lorsqu'on touche à des fils, il faut toujours se représenter que ces fils servent de véhicule à un courant dangereux. On évitera d'établir à travers son corps une communication entre deux ou plusieurs fils.

4° Ne jamais couper un circuit sans en avertir le préposé à la station ou son remplaçant et sans lui dire d'ouvrir cette ligne et de la maintenir dans cet état, jusqu'à ce que le travail soit terminé.

5° Dans la chambre des dynamos, ne jamais approcher des machines électriques, ne jamais toucher aucun appareil sans avoir été au préalable informé spécialement des précautions à prendre.

6° Les outils employés par les poseurs de fils doivent être pourvus de manches isolants, en caoutchouc durci ou en tout autre substance isolant également bien. Les ouvriers doivent avoir soin de leurs outils et veiller à ce qu'ils soient bien isolés.

Dans les constructions, il faut laisser un espace d'au moins 50 centimètres entre les trous des chevilles fixées aux bras, de façon que l'ouvrier puisse atteindre sans danger le sommet du poteau.

7° Les ouvriers chargés des lampes doivent s'assurer que le commutateur est tourné et la lampe hors de circuit avant de la toucher. »

Certaines règles doivent être ajoutées pour préserver les ouvriers, occupés sur telle ou telle partie du réseau de distribution, contre la mise en marche accidentelle des dynamos à la station électrique. Sur ce point la *Morgan Engineering Company*, d'Alliance (Etat d'Ohio) a adopté une mesure que les autres sociétés électriques devraient suivre.

Dans la salle des machines se trouve un tableau contenant autant de fiches numérotées qu'il y a de circuits distincts desservis par la station. Quand un ouvrier doit manier les câbles de l'un des réseaux, il emporte avec lui la fiche correspondante, qu'il remettra à sa place à son retour à l'usine. Il suffit donc de jeter un coup d'œil sur ce tableau, pour connaître les circuits dans lesquels on peut sans danger lancer le courant.

Dans son rapport sur les Usines Electriques à la Société de médecine publique et d'hygiène professionnelle (1892), M. l'ingénieur en chef des Ponts, Gariel, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, ne reconnaît avec raison à ces usines d'autres dangers ou inconvénients que ceux qui résultent d'une grande installation mécanique quelconque.

Pour ce qui est de la réglementation des distributions électriques, nous pensons avec M. l'Ingénieur des Mines Marchegay (1), que cette question reléve de la compétence, non pas des conseils d'hygiène, mais du service des mines, comme l'inspection des chaudières à vapeur.

En France, les installations électriques sont soumises aux dispositions du décret du 15 Mai 1888. Ces dispositions sont excellentes, mais l'extension des applications électriques nécessiterait, croyons-nons, leur révision. On pourrait prendre comme modèle le réglement excellent publié l'année dernière par l'Autriche-Hongrie ou plutôt les prescriptions faites cette année par le ministère des Télégraphes en Italie. Nous renvoyons le lecteur à ce document intitulé : *Sulla tutela della sicurrezza pubblica*

(1) Rapport au Conseil d'Hygiène de Lyon, 1892.
(2) *Industria.* 30 Octobre 1892. Milano.

negli impianti elettrici. Il y trouvera une réglementation fort sage qui, sans nuire au développement des applications électriques, peut empêcher la production d'une foule d'accidents et contribuer par cela même à l'extension de ces applications.

L'éclairage électrique réalise presque tous les desiderata de l'hygiène moderne. Les accidents, auxquels il peut donner naissance, sont infiniment moins nombreux qu'avec les autres systèmes d'éclairage ; mais on pourra dans l'avenir, même avec des tensions plus élevées que celles qu'on emploie actuellement, réduire encore beaucoup leur nombre par des mesures et des réglements bien étudiés.

Or, de même qu'en France, ce ne sont pas les conseils d'hygiène, mais bien les ingénieurs au corps des mines qui contrôlent et surveillent les appareils à vapeur (Décret du 30 avril 1880) ; de même les ingénieurs des postes et télégraphes sont chargés de surveiller l'installation et l'exploitation des usines électriques. (Décret du 15 mai 1888).

Ces dispositions sont excellentes, car une pareille surveillance ne peut être faite que par des spécialistes. Malheureusement à ce dernier décret n'est pas joint un règlement contenant toutes les prescriptions techniques, ce qui a amené les maires de diverses communes (Paris, Lyon, etc.) à prendre des arrêtés spéciaux et différents pour réglementer la matière. Comme de plus la sanction paraissait manquer pour permettre aux préfets d'empêcher l'installation et la mise en marche de stations électriques, M. le Préfet du Rhône a soumis la question au conseil d'hygiène de Lyon en 1889, pour avoir son avis :

La sous-commission présidée par M. le professeur Lépine et ayant pour rapporteur M. l'ingénieur des mines Marchegay, a conclu comme suit :

1° Les usines productrices d'énergie électrique et leurs conducteurs sont des établissements dangereux pour les individus et les propriétés ;

2° Ces établissements devraient être classés et ajoutés à la liste annexée au décret du 2 mai 1886 (Décret relatif aux attributions des conseils d'hygiène) ;

3° Ces établissements ne devraient pouvoir s'ouvrir qu'après autorisation demandée au préfet du département ;

4° Le préfet du département après avoir recueilli l'avis motivé des ingénieurs des postes et télégraphes, conformément au décret du 15 mai 1888, sur les conditions techniques de l'installation électrique demandée, enverrait le dossier au Conseil d'hygiène publique et de salubrité pour avoir son avis (1).

Ce rapport fut approuvé par le Conseil d'hygiène de Lyon et transmis par M. le Préfet du Rhône au Conseil supérieur des manufactures, qui l'a repoussé.

Nous pensons cependant qu'il serait à souhaiter qu'au décret du 15 mai 1888, fût ajouté un règlement technique complet ayant force de loi sur tout le territoire français.

(1) *Du classement des Usines productrices d'énergie électrique et de leur réseau de distribution* (*Revue d'hygiène*, 1892).

NOTE A

La méthode la plus simple et la plus employée pour mesurer une résistance électrique est celle du pont de Wheatstone.

On désigne sous ce nom le dispositif suivant. Quatre résistances a, b, c, x forment les quatre côtés d'un losange $ABCD$. Une pile occupe la diagonale BD, un galvanomètre la diagonale AC.

Lorsque le galvanomèrre est au zéro, il existe entre les quatre résistances a, b, c, x la relation suivante :

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{x}$$

Lorsque a et b sont connus, en ajustant c pour amener le galvanomètre au zéro, on tire pour la valeur de x.

$$x = c\,\frac{b}{a}$$

a et b sont les *bras* du pont.

(Hospitalier)

Le pont de Kohlrausch ne diffère du pont de Wheatstone que par la substitution d'un courant alternatif au courant de la pile et d'un téléphone au galvanomètre.

CONCLUSIONS

1° Le mécanisme de la mort par les courants électriques de haute tension n'est pas encore parfaitement connu. La mort semble due à l'asphyxie, consécutive à des actions d'arrêt d'origine bulbaire sur le cœur et la respiration (inhibition).

2° L'influence de la forme de l'onde est considérable. Dans la classe des courants alternatifs, on trouve toute une catégorie de courants, les courants de haute fréquence et de haute tension dont l'innocuité est complète.

3° L'étude clinique des accidents électriques nous fournit un certain nombre d'observations d'hystérie consécutive aux accidents produits par les courants de haute tension ; ces cas rentrent dans la catégorie des faits d'hystéro-traumatisme vulgaire.

4° Les accidents électriques peuvent donner lieu à des expertises médico-légales. Il n'existe pas de lésions nettement caractéristiques de la mort par les courants électriques.

L'Electrocution ou exécution capitale au moyen des courants électriques offre un grand nombre d'inconvénients ; ce procédé ne devra pas être adopté en France.

6° L'Hygiène est intéressée au développement de l'éclairage électrique ; des réglements nouveaux s'imposent.

VU : LE DOYEN,

LORTET

Vu, bon à imprimer :

LE PRÉSIDENT DE THÈSE,

LACASSAGNE.

Permis d'imprimer

LE RECTEUR,

EM. CHARLES

Lyon, le 24 décembre 1892.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Academie de Medecine (New-York). — Discussion upon the Infliction of the Death Penalty by Electricity. (New-York Medical journal, 1892, p. 548).

ARAGO. — Œuvres complètes.

ARSONVAL (d'). — Rapport sur l'Electrophysiologie. (Lum. Elect. 1889, p. 443.

» Effets des décharges, courants continus et alternatifs sur les animaux. (Comptes rendus de l'Acad. des Sciences), 4 avril 1887.

» La mort par l'Electricité dans l'Industrie. (Comptes rendus de la Soc. de Biologie, 1887, p. 95).

» Comptes rendus de l'Académie des Sciences des 26 janvier, 9 mars 1885.

» Procédés pratiques pour faire varier la forme de la décharge. — Mémoires de la Soc. de Biologie, 1891, p. 394.

» La Voltaïsation Sinusoïdale. (Archives de Physiologie, janvier 1892).

» Effets physiologiques de l'Electricité. — (Bulletin de l'Académie de Médecine, mars 1892.

» Conférences à la Société Générale des Electriciens. — (In Bulletin, avril 1892.)

BARNES. — Medical Times and Gazette, 1868.)

Marcel BEAUDOIN. — Dangers de l'Electricité à haute tension. (Progrès Médical, 1890, p. 6.)

BIGGS. — New-York Medical Record, 2 nov. 1889).

BLAYAC. — Dangers de l'Eclairage Electrique. — (Journal d'Hygiène, 1890.

BLAKESLEY. — Les Courants alternatifs. — Trad. Rechniewski. -- (Baudry, 1892).

BLONDEL. — Sur la détermination des courbes périodiques des courants alternatifs. (Lum. Elect. 1891, p. 481.

BOUDIN. — Histoire physique et médicale de la foudre. (Ann. d'Hygiène et de Méd. lég., 1854-5).

Boston Medic. and Surg. Journ., 1885-7-8-9-90-91-92.

British Med. Journ., 1890, p. 540.

Harold P. BROWN. — Death Current Experiments at the Edison Laboratory (Med. leg. Journ., N. Y.. mars 1889.)

» Comparative danger to life of electric currents. New-York, 1889.

» The new Instrument of Execution. (North American Review, nov. 1889, p. 586.)

BROWN-SEQUARD. — Opera.

WALTER-BUCHANAN. — The Lancet 1886, p. 297.

» Death by and Electric shock.

» The Lancet, 1892, p. 628.

CARDANI. — Sur la durée des décharges ralenties. (Journ. de Physique, décembre 1886).

CASTEX. — Résistance Electrique du corps humain. (Nouveau Montpellier médical, 1 mai 1872).

Centralblatt für Medizin. — Ueber die Verwendbarkeit der von den dynamomaschinen erzeugten Electricitæt zum medizinischen Zwecken, 1889, n° 8.

CHARCOT. — Hémiplégie hystérique par fulguration. (Semaine Médic., décembre 1891).

CLARK-BELL. — Electricity and death penalty. Brochure, Chicago.

» The alienist and neurologist n° 2 T. 10.

» Medico-legal Journal. New-York (septembre 1889).

» Medico-legal Journal. New-York (mars 1890).

» Electricity in its medico-legal relation. Medico-legal Journal New-York (juin 1890).

» Electrocution. Medico-legal Journal (juin 1891).

» L'exécution des condamnés à mort par l'électricité en Amérique (Congrès de jurisprudence édicale. paris 1889).

COLLINS. — Electrical injury : schock from a telephone wire. The Lancet (6 février 1892).

DE CONTADES. — Accident causé par l'électricité. Cosmos (23 avril 1890).

COSMOS. — Suicide par l'électricité à Paris, dans les ateliers de M. Chertamps (1885).

GUY CARLETON. — Death by electricity in capital cases. Medico-legal Journal. New-York (mars 1889).

DANA. — Electrical injuries. New-York. Medical Record (2 novembre 1889).

DANION. — Mode de diffusion des courants voltaïques dans l'organisme humain. Comptes-rendus. Académie des sciences (novembre 1889).

DELANCEY. — Etude sur l'altération du sang consécutive aux accidents produits par l'électricité. Buffalo. New-York.

DELEPINE. — The post mortem appearances in a case of death by Electricity. Brit. Med. Journal (1885 p. 531),

DONLIN. — Etude sur les accidents mortels produits par l'électricité dans le laboratoire d'Edison. Medico-legal Society. New-York.

» The Pathology of death by Electricity. Medico-legal Journal (mars 1890).

» Electricity in its legal and medico-legal relations. Medico-legal Journal (mars 1890).

DUCHENNE. -- De l'électrisation localisée.

EDISON. — The dangers of electric Lighting. North Amer. Review (novembre 1889).

» Electrical Engineer (janvier 1890 p. 16).

EDELMAN. — Elektrotechnik für. Aerzte. Munich (1890).

Electrical World. — 8 août 1888. Experiments with death currents, by MM. Brown and Kenelly and Dr Peterson, at the Edison laboratory and at Columbia-College.

Electrical Review. — 22 septembre 1888. Experiments conducted by M. Kenelly at the Edison laboratory.

Electrothérapie de Francfort (Congrès d') Wiesbaden (1892).

EULENBOURG. — Neurologisches Centralbiatt, 1892, nº 1.

FELL. — The influence of Electricity on protoplasma wilh some remarks to the Kemmler execution. (Phys. and Surg. Am. Arbor and Détroit, 1890, p. 433.

W. de Fonvielle. — La première Electrocution. (Lumière Elect., 1890' T. 37, p. 592.

Follin. — Traité de Path. Externe, T. 1, p. 545.

Friedinger. — Wiener Klinische Woch., 1892.

Gariel. — Rapport sur les Usines Electriques à la Société de Médecine publique (Revue d'Hyg., fev. 1892).

» Expertise sur l'accident des Tuileries, 1882, in Thèse de Grange.

Gartner. — Ueber den Elektrischen Widerstand des Manslichen Korpers gegenuber Inductionstromen, Wien. Jahrbericht, série S, p. 509.

Gauthier et Larat. — Utilisation médicale des courants alternatifs à haut potentiel (Comptes rendus de l'Acad. des Sciences, 29 fév. 1892).

E. Gautier. — Article sur l'Electrocution (*Figaro*, 4 avril 1892), Le caprices d'une fée (*Echo de Paris*, avril 1892), Une enquête « fin de siècle » (*Figaro*, 16 juin 1892).

Le Gaulois. — La mort par l'Electricité (interviews), mai 1890.

Van Gieson. — Execution by electricity (Boston Med. and Surg. Journal, 1892.

Grange. — Des accidents produits par l'Electricité dans son emploi industriel (Annales d'hygiène et de médecine légale – Thèse de Paris, 1885 p. 113).

Grindon. — Pruritis following an electric schock (St-Louis Cour. méd., 1890-421).

Claude Guillemaud. — Des accidents de chemin de fer et de leurs conséquences médico-judiciaires, 1891.

Harris. — Paper submitted to the London Institute of électrical Engineers (London, 3 mai 1890).

» L'Electricité dans ses rapports avec le corps humain (Society of Arts, London, 11 mars 1891).

Hertz. — Untersuchungen ueber die Ausbreitung der elektrischen Kraft. (Leipzig, 1892.)

Van Hoff. — Electric prostration (New-York medical Record, 8 février 1889).

John Hopkinson. — Dangers des générateurs secondaires (Philosophical Magazine, 1885).

HOUSTON. — On muscular contractions following death by electricity. (Proceeding Americ. Philad. Soc. 1890, p. 37.)

HUMMEL. — Intense electric shock with recovery (Med. Bull. Phila, 1885, p. 128), Archiv. fur Path. anat. (Philadelphia medical Journal Bulletin, avril 1889).

Industrie Electrique, 11 juin 1892.

Sulla tutela della sicurezza pubblica negli impianti elettrici (*Industria*, Milano, 30 ott. 1892).

Azione fisiologica delle correnti alternative a grande frequenza (*Industria*, Milano, 13 nov. 1892).

JACKSON. — Schock from an electric wire (Boston med. and surg. Journal, 17 sept. 1891).

JACOBI. — Report on capital punishment, by a comittee appointed by the medical Society of New-York (New-York medical Journal, 5 mars 1892).

W. J. JENKS. — Electrical Execution. New-York méd. Journal (14 mai 1892, p. 542).

KEIRLE. — Case of death by electricity. Philad. Tim. méd. (15 janvier 1889).

KENELLY. — Expériences faites au laboratoire du Edison à New-Jersey. Electrical World (nº 8 août) 1888.

KILLINGWORTH. — Continental Electric Light Stations. London et New-York (1892).

KOEBNER. — Ueber eine durch den galvanischen Strom hervorgerufene-trophische Hautreizung. Neurol. Centrabaltt (1890).

KORTHALS. — L'action des courants alternatifs sur le corps humain. Lumière électrique (3 septembre 1892, p. 486).

THE LANCET (1890, p. 663, 984, 1040, 1275).

LAVERAN. — Hystérie par fulguration, Société méd. des Hôpitaux. 1891.

LAWRENCE. — L'électricité dans ses rapports avec le corps humain. Society of arts. London (11 mars 1891).

LEROY DE MÉRICOURT. — Paralysie partielle, suite de commotion électrique. Gazette des hôpitaux (1860).

P. Loye. — L'application de la peine de mort par l'électricité. Progrès médical (1889 p. 530).

» La mort par la décapitation (Thèse de Paris 1887).

Lumière électrique. — Collection du Journal.

Mac Donald. — Report on the execution by electricity of W. Kemmler, presented to the Governor (20 septembre 1891).

» The Infliction of the Death Penalty by means of Electricity. New-York med. Journal (7 et 14 mai 1892, p. 509).

Marat. — Expériences sur la fulguration. Mémoire sur l'Electricité médicale (1784).

Marchegay. — Station centrale de Lyon, décret de 1888.

» Du classement des usines productrices d'énergie électrique et de leur réseau de distribution. Revue d'hygiène 1892.

Mascart. — Rapport (5 octobre). Congrès des Electriciens 1881).

Massalongo. — Myelopathie par fulguration. Riforma medica (novembre 1891).

Meylan. — L'Electricien. Exp. de Tesla (1891).

Ministère des télégraphes italiens. — Règlements sur les installations électriques. Lumière électrique (3 septembre 18 2, p. 499).

Medico-legal Journal. — V. 424.

» Electrocution (décembre 1891, p. 281).

Medico-legals papers of New-York t. 2, p. 254 T. 3, p, 40. T. 3, p. 521.

Medico-legal Society. — Discussion upon judicial executions by electricity. Transactions medico-legal Society (medico-legal Journal) march. 1889, p. 474.

Mounier. — Electricité industrielle. Encyclopédie des travaux publics.

Mount Bleyer. — Best method of capital Punishment. march. 1888, p. 425.

» Expériences sur la mort par l'électricité. Humboldt scientific library (mars 1887).

Moyer. — Chicago medical Journal and Examiner (novemhre 1886).

Max de Nansouty. — Dangers et avantages physiologiques de l'électricité. Génie civil (19 novembre 1892).

Neue Freie Presse. — Wien (13 janvier 1892).

North American Review. — Capital punishment by Electricity (1889, T. 149, p. 321).

PELLISSIER — Article sur les effets physiologiques des courants de haute fréquence. Lumière électrique (16 avril 1892).

PETERSON, — New-York med. Record (2 novembre 1889).

F. PETERSON. — Exécution des criminels par l'électricité. Rapport à la Société de médecine légale de New-York. Annales d'hygiène de médecine-légale (fèvrier 1889).

PHILIP COOMBS KNAPP. — Accidents from the electric currents. Boston medical aud surgical Journal, nos 16 et 17 (1890 p. 365).

PLA (EDUARDO). — Cas de mort par l'électricité industrielle. Brochure. La Havane (1891).

Progrès médical. — Electrocution de Rice à Auburn (18 mai) 12 mai 1892.

PUTNAM. — Boston medical and surgical journal (1876).

GEORGE QUARRIE. — An Electric Novelty Natural Electricity and Physiology. New-York medical Journal, (9 juillet 1892).
» Electric Lighting in its relation to public Health. Boston medical and surgical Journal (1892).
» Accident de la rue Bréda. Lumière électrique (86 juillet 1892 Cahier T. V).

Revue d'hygiène. — Eclairage électrique (1892)
» Danger des conducteurs (1891).

RICHARDSON. — Medical Time and Gazette (1889).

ROBERT. — A case of electrical shock, Saint-Louis Com. med. 1886 p. 398.

ROCKWELL. — Discution of electrical Execution. Journal american medical Association (24 septembre 1872).

SCHAFFER. — Deutsches archiv für Klinische medizin (T. 91 p. 48).

SESTIER. — De la foudre (Paris, 1885).

SHIELD. — The post mortem appearances in a case of death by Electricity. Bristish medical Journal (1885).

SILVA B. — Delle resistenze ellecttrica del corpo umano in condizioni normali e patologiche. Rivista sperim. (t. XV p. 190).

SOCIETY OF TELEGRAPH. ENGINEERS AND ELECTRICIANS OF LONDON. Règlements sur les conducteurs électriques.

SOURIER. — Des accideuts de la foudre (Gazette des Hôpitaux, 1892).

SPITZKA. -- Preliminary report concerning the post mortem changes in the first person executed by electricity (Medic. monats, n. y.)

TATUM. — New-York medical Jonrnal, fév. 1890.

TERRY. — A case showing the distructive cautery effects of an electric light wire (North American Journal of homœpathy, New-York, déc. 1888, p. 505).

TESLA. — Expériences sur les courants alternatifs de haute fréquence (Lumière Electrique, 1891, p. 21).

« — Conférence à la Société Internationale des Electriciens, 19 février (Bulletin de la Société, avril, 1892, p. 87).

Testimony taken before the Senate Committee state printer on general Laws as to Electricity and Electric, Lighting, 1890.

E. THOMSON. — Sur l'induction aux tensions et aux fréquences très élevées (Electrical World, 2 avril 1892 - Lumière Electrique, 30 avril 1892, p. 44).

S. THOMPSON. — Machines dynamo électriques.

Sir W. THOMPSON. — Electric Lighting and public Safety (North American Review. February 1890, p. 527).

TOURDES. — Fulguration. Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales.

» Relation médicale de l'accident occasionné par la foudre au pont du Rhin (13 juillet 1869, Brochure 1869).

R. VERHOOGEN. — Sur les variations pathologiques de la résistance du corps humain (Journal de Médecine de Bruxelles, 4 juin 1872, p. 23. Gazette hebdomadaire, 1892, p. 1).

VIBERT. — Précis de médecine légale, 1890.

VIGOUROUX. — Résistance électrique du corps (Progrès médical, 1888, p. 324, Société de Biologie, 89-90).

Ch. VINCENT. — Dangers de la lumière électrique, Nineteenth Century.

VINCENT (de GUERET). — Etude médico-légale sur la fulguration (Gazette des Hôpitaux, sept. 1892.

VIZIOLI. — Fulguration (Ann. de neur.)

G. WEISS. — Contribution à l'étude de l'électrophysiologie (Thèse de Paris, 1889).

» Technique de l'Electrophysiologie. — Encyclopédie de Léauté, 1892.

» Mesure de la résistance des tissus organisés (Bulletin de la Société Int. des Electriciens, 1889).

G. WESTINGHOUSE. — A Reply to Mr. Edison (Nort-American Review. décembre 1889, p. 149).

» Electric light and public Safety (Nort-American Review, mars 1890).

WHITE — Electrical executions (Med. News Phila, 1890).

WITZ. — Les victimes de l'Electricité (Journal des sciences mèdicales de Lille, 1889).

ROYAL COLLEGE OF SURGEONS
22 JAN 9

TABLE DES MATIÈRES

Pages

Introduction 1

CHAPITRE I. — *Historique* 11

CHAPITRE II. — *Electrophysiologie* 25

CHAPITRE III. — *Electropathologie* 73

CHAPITRE IV. — *Médecine légale* 122

Expertises médico-légales 122

Electrocution 164

CHAPITRE V. — *Hygiène* 188

Note A 195

Conclusions 196

Index Bibliographique 198

ERRATA

Page 42 : au lieu de *Observation II*, lire : *Observation I.*

Page 75 ; au lieu de *Observation II-B*, lire : *Observation II.*

Page 192 ; au lieu de : *Pour ce qui est de la règlementation..... nécessiterait, croyons-nous, leur révision* ; lire le paragraphe : *Or de même qu'en France...*, jusqu'à la fin du Chap. V.